

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

Ташкентский архитектурно-строительный институт

Инженерно-строительный факультет

Кафедра «Проектирование, строительство и эксплуатация  
инженерных коммуникаций»

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
БАКАЛАВРА**

Тема выпускной квалификационной работы: Отопление, вентиляция и  
кондиционирование воздуха административного здания в  
г.Ташкенте

Ф.И.О. студента Кульчинская А.С.

Зав.кафедрой

к.т.н. доц. Рашидов Ю.К.

Руководитель выпускной работы

Шерназаров Э.Э.

\_\_\_\_\_

Консультант

\_\_\_\_\_

ТОШКЕНТ 2010 г.

## Оглавление:

Введение.....	1
I. Технологическая часть.....	6
1.1. Общие сведения о проектируемом здании.....	7
1.2. Выбор параметров наружного и внутреннего воздуха.....	8
1.3. Теплотехнический расчёт наружных ограждений.....	11
1.3.1 Расчёт стены.....	12
1.3.2 Расчёт пола.....	13
1.3.3 Расчёт световых и дверных проемов.....	13
1.3.4 Расчёт покрытия.....	15
1.4. Расчёт потерь теплоты.....	16
1.4.1 Конструирование систем отопления.....	30
1.4.2 Гидравлический расчёт системы отопления.....	30
1.4.3 Тепловой расчет отопительных приборов.....	40
1.4.4 Подбор оборудования систем отопления.....	49
1.5. Расчёт тепlopоступлений.....	51
1.5.1 Тепlopоступления от людей.....	51
1.5.2 Тепlopоступления от источников электрического освещения.....	52
1.5.3 Тепlopоступление от оргтехники.....	53
1.5.4 Тепlopоступление от солнечной радиации.....	53
1.6. Расчёт влаговыделений помещения.....	60
1.7. Расчёт воздухообмена в помещении.....	63
1.7.1. Расчет распределительных решеток.....	72
1.8. Конструирования систем вентиляции и кондиционирования воздуха.....	74
1.9. Аэродинамический расчёт приточных и вытяжных систем вентиляции.....	75
1.9.1. Расчет сечений воздуховодов.....	75
1.9.2. Расчет потерь давления на трение и в местных сопротивлениях.....	76

1.10. Расчёт и подбор элементов оборудования систем вентиляции и кондиционирования воздуха.....	86
II. Экономическая часть.....	102
III. Охрана труда.....	112
3.1. Техника безопасности при монтаже систем отопления.....	113
3.2. Техника безопасности при монтаже систем вентиляции и кондиционирования.....	115
IV. Педагогическая часть.....	120
4.1. Влияние и развитие педагогических технологий в сфере профессионального образования.....	121
4.2. Модель и технологическая карта учебного занятия с применением интерактивных форм обучения.....	123
Список используемой литературы.....	133

## **Введение.**

Высшее профессиональное образование является одной из составных частей подготовки специалистов и строится исходя из национальных особенностей и традиций каждого государства. Активное вхождение Узбекистана в мировое информационное пространство, сопровождающееся изменениями во всех направлениях общественной, социально-политической жизни республики, бурное развитие и внедрение информационных технологий потребовали пересмотра и осмысления сущности образовательного процесса, его значения для судеб национальной культуры.

Образование в Узбекистане осуществляется в соответствии с Конституцией, законами "Об образовании" и "О Национальной программе по подготовке кадров", Указами Президента Республики Узбекистан, а также Постановлениями Правительства. В соответствии с законодательной базой образование в Узбекистане обеспечивает принцип непрерывности и преемственности. Данный принцип можно рассматривать как целостный, поэтапный и стандартизированный комплекс образования от ученика первого класса общеобразовательной школы до академика. Образование в общем виде можно разделить на три этапа: первый - базовое образование (девять классов школы), второй - среднее образование (10-11 классы школы) или среднее специальное образование (академические лицеи и профессиональные колледжи) и, наконец, третий - высшее образование (обучение в университетах и институтах на получение степени бакалавра и магистра). После получения степени магистра можно продолжить образование (аспирантура, докторантура и адъюнктура) для защиты научных степеней.

Ведется работа созданию новых, оригинальных учебников и учебных пособий для высшей школы и вузов. В 1998-2011 гг. издано 3927 учебников и учебных пособий. В вузах проводится работа по созданию и внедрения в учебный процесс электронных учебников. Только за 2000-2003 годы подготовлено 400 электронных учебников.

В Республике Узбекистан повышение квалификации работников, включая кадров данной сферы, осуществляется в 2 целевых академиях, 22 институтах, 15 центрах и 17 факультетах повышения квалификации, которые находятся в ведении 22 министерств и ведомств. По различным зарубежным грантам, проектам, двухсторонним договорам и по президентскому фонду "Истедод" повышается квалификация педагогов.

Международные организации и финансовые институты, правительства развитых стран оказывают финансовую и техническую поддержку проводимым реформам образования в Узбекистане (Всемирный банк, Азиатский банк развития, OECF, GTZ, TACIS, USAID, ACCELS и др.). Разносторонняя помощь оказывается в виде инвестиций, проектов и грантов. Только 2010 году привлечено иностранных инвестиций порядка 7,8 млн. долларов США.

Ежегодно выделяются места для магистратуры в ВУЗах Японии Китая. Достигнута договоренность о ежегодном выделении 50 мест студентам, аспирантам, докторантам Узбекистана в вузах России за счет их правительства.

В 2002 году в городе Ташкенте открылись Международный Вестминстерский университет, филиал Российской экономической академии им. Г.В. Плеханова, в Самаркандском государственном университете магистратура совместно с университетом Болоньи (Италия). Ведутся работы по открытию в Узбекистане филиалов других университетов зарубежных стран. Налажено тесное плодотворное сотрудничество с рядом ведущих учебных центров мира, такими как Кембриджский Университет, Университет Сорбонна и другие.

Система образования по своей природе не может обеспечить быстрых результатов. Вложения в эту сферу дают отдачу через значительный отрезок времени, и их трудно измерить в денежной форме. Так что вложение государством средств в образование доказывает, что оно действительно

заботится о будущих поколениях, о долговременных перспективах развития страны.

### **"Зеленые" здания в Узбекистане: технологии, нормативы и стимулы.**

Данная работа стала продолжением исследований, проводимых ЦЭИ, в сфере внедрения "зеленой" экономики, осуществляемых при содействии проекта ПРООН и ГЭФ "Повышение энергоэффективности в зданиях социального назначения в Узбекистане".

Тема, безусловно, интересная для широкого круга специалистов, от строителей до управленцев. Но как кажется, она будет интересна для любого человека, ведь большинство из нас не задумывается, откуда мы получаем тепло в наших зданиях, как оно произведено, как производственный процесс тепла и энергии воздействует на окружающую среду. А вместе с этим изменения климата в глобальном масштабе, происходящие в последние годы, вызывают тревогу по причине резкого роста выброса парниковых газов в атмосферу.

Поэтому, актуальность перехода к "зеленой" экономике, в условиях сокращения и соответствующего роста цен на традиционные энергоресурсы, обеспечение эффективного энергопотребления становится важной задачей в ряде развитых и развивающихся стран. И если посмотреть на перспективу развития строительной индустрии в мире за последние годы, то можно увидеть, что внедрение и развитие "зеленых" зданий стало одним из ее основных направлений.

Проблеме "зеленых" зданий стало уделяться большое внимание и в Узбекистане. Дело в том, что на здания приходится половина всего энергопотребления в стране, это порядка 17 млн. тонн нефтяного эквивалента в год. И за счет изношенности инженерных коммуникаций, плохой изоляции и ряда других проблем, энергопотребление в сопоставимых зданиях в 2-2,5 раза превышает аналогичные показатели в других странах.

По подсчетам специалистов, потенциал экономии при реализации мер по внедрению "зеленых" зданий в Узбекистане составляет 8 млн.т. нефтяного

эквивалента в год. Это означает, что применительно к возможностям экспорта сэкономленного природного газа страна ежегодно теряет \$1,865 млрд. возможного дополнительного дохода; за счет выбросов парниковых газов страна теряет \$250,3 млн. Общие потери за счет отсутствия "озеленения" зданий превышают 2 млрд. долларов США ежегодно.

Внедрение "зеленых" зданий выгодно, прежде всего, государству, поскольку это дает возможность не только экономии минеральных ресурсов, уменьшению выброса парниковых газов, но и позволит создать 15 000 рабочих мест к 2020 и 120 000 мест к 2050 году. Дополнительные выгоды появятся также за счет организации и расширения производства материалов, оборудования и развития сопряженных отраслей.

### **Отопление и вентиляция. Общие сведения.**

*Отопление* поддерживает в помещении на определенном уровне температуру воздуха и внутренних поверхностей ограждающих конструкций. В помещении обеспечивается тепловой комфорт — оптимальная температурная обстановка, благоприятная для жизни и деятельности людей в холодное время года.

Отопление — один из видов инженерного (технологического) оборудования здания и, кроме того, является отраслью строительной техники.

Очевидно, что для создания и поддержания теплового комфорта в помещениях зданий требуются технически совершенные отопительные установки. И чем суровее климат местности и выше требования к обеспечению благоприятных условий в здании, тем более мощным и надежным должно быть отопление.

Состояние воздушной среды в помещениях в холодное время года обуславливается действием не только отопления, но и вентиляции. Отопление и вентиляция совместно обеспечивают в помещениях, помимо температуры, определенные влажность, подвижность, давление, состав и чистоту воздуха. В производственных и сельскохозяйственных сооружениях,

во многих гражданских зданиях отопление и вентиляция неотделимы, они взаимно создают требуемые санитарно-гигиенические условия, способствуют снижению числа заболеваний, улучшению самочувствия людей и повышению производительности их труда.

Недостаточно отапливаемые здания быстрее разрушаются вследствие нарушения необходимого температурно-влажностного режима их конструкций. Технологический процесс получения и хранения ряда продуктов, изделий и веществ (точных приборов и ламп, пряжи и тканей, киноплёнки и стекла, муки и бумаги и т. д.) требует строгого поддержания заданной температуры помещений.

Итак, отопление вместе с вентиляцией создают в помещении искусственный климат в холодное время года.

Научные основы современной отопительной техники базируются на положениях физики и химии, гидравлики и аэродинамики, теплопередачи, термодинамики и строительной теплофизики. Техника отопления тесно связана также с общестроительной техникой, так как способ отопления в большой мере зависит от конструктивных и архитектурно-планировочных решений зданий.

# **I. Технологическая часть.**

## 1.1. Общие сведения о проектируемом здании.

В качестве объекта для проектирования предложено административное здание в г. Ташкенте. Здание в плане прямоугольной формы с плоской совмещённой кровлей, с цокольным и техническим этажами, с размерами в осях 14,5x42,0 м. Здание 8 этажное, с полным ж/б каркасом, навесными керамзито-бетонными панелями толщиной 300 мм, выше отметки пола первого этажа и ж/б стенами толщиной 500 мм ниже отметки пола первого этажа. Высота этажа 4,2 м.

Здание имеет две незадымляемые лестницы, два лифта с лифтовым тамбуром и двухсветный холл до перекрытия первого этажа. У главного входа имеется остеклённый тамбур.

- на цокольном этаже размещены: вестибюльная группа, помещения технической службы, рабочие кабинеты, сан. узлы, узел ввода.

- на 1 этаже корпуса размещены: рабочие кабинеты, комната отдыха, помещения технической службы, умывальная, сан. узлы.

- на 2 этаже размещены: зал совещаний, рабочие кабинеты, помещения технической службы, сан. узлы.

- на 3 этаже размещены: рабочие кабинеты, комната отдыха, помещения технической службы, умывальная, сан. узлы.

- на 4 этаже размещены: административные службы - отдел кадров, юридическая служба, канцелярия, а также зал совещаний, рабочие кабинеты, помещения технической службы, умывальная, сан. узлы.

- на 5 этаже размещены: бухгалтерия, центр информатизации, рабочие кабинеты, помещения технической службы, сан. узлы.

- на 6 этаже размещены: зал переговоров, кабинет министра, комната отдыха, служебные кабинеты, помещения технической службы, сан. узлы.

- на 7 этаже размещены: комната отдыха, служебные кабинеты, юрист, комната уборочного инвентаря, помещения технической службы, сан. узлы.

Высота здания

— 33,6 м

Объем здания — 20462 м<sup>3</sup>

Площадь застройки — 609 м<sup>2</sup>

Фасад здания ориентирован на северо-восток.

Время работы в здании - 8 часов.

## 1.2. Выбор параметров наружного и внутреннего воздуха.

Расчетные параметры наружного воздуха принимаются по КМК 2.01.01-94 «Климатические и физико-геологические данные для проектирования» в зависимости от местоположения объекта строительства для теплого и холодного периодов года. Для города Чирчика данные параметры сведены в таблицу № 1.

Для проектирования систем отопления и вентиляции для холодного и переходного периода приняты параметры Б, для теплого периода – параметры А.

Параметры внутреннего воздуха приняты в соответствии с КМК 2.04.05-97 «Отопление, вентиляция и кондиционирование» с учетом категории тяжести работы в помещении. Принятые параметры сведены в таблицу №1 и №2.

**Допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в обслуживаемой зоне жилых, общественных и административно-бытовых помещений.**

**Таблица № 1**

Период года	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %, не более	Скорость движения воздуха м/с, не более
Теплый	Не более чем на 3°С выше расчетной температуры наружного воздуха (параметры А) и не более 33°С	65	0,5
Холодный и переходные условия	18 – 24	65	0,2

*Примечание:* 1. Для общественных и административно-бытовых помещений с пребыванием людей в уличной одежде температура воздуха не должна быть ниже 14°C в холодный период года.

2. В районах с расчетной относительной влажностью воздуха более 75% (параметр А) относительную влажность допускается принимать до 75%.

3. Нормы установлены для людей, находящихся в помещении более 2 ч. непрерывно.

**Оптимальные и граничные по тепловому комфорту нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в обслуживаемой зоне жилых, общественных и административно-бытовых помещений.**

**Таблица № 2**

	Температура воздуха, °С		Относительная влажность воздуха, %	Относительная влажность, %, не более
	граничные	оптимальные		
Теплый	22 – 27	23 – 26	60 – 30	0,2
	23 – 28	24 – 27	60 – 30	0,3
Холодный и переходные условия	18 – 28	20 – 22	45 – 30	0,2

*Примечание:* 1. Нормы установлены для людей, находящихся в помещении более 2 ч. непрерывно.

2. Меньшему значению температуры соответствует более высокая относительная влажность воздуха.

Принимаемые параметры внутреннего воздуха для теплого и холодного периода года в зависимости от категории тяжести работы в помещении приведены в таблице №3:

**Таблица №3**

№ помещения	Наименование помещения	Период	Нормы по тепловому контролю	Внутренние параметры воздуха		
				t, °С	φ, %	V, м/сек
1	2	3	5	6	7	8
1	Вестибюль, фойе	Т	Нормируемые	27	Не более 65	0,5
		Х		16	Не более 65	0,2
2	Рабочий кабинет	Т	Граничные	27	65-30	0,5
		Х	Нормируемая	20	Не более 65	0,2
3	Приемная	Т	Граничные	27	65-30	0,5
		Х	Нормируемая	20	Не более 65	0,2

5	Зал ожидания	T	Граничные	27	65-30	0,5
		X	Нормируемая	18	Не более 65	0,2
4	Венткамера	T	Граничные	27	65-30	0,5
		X	Нормируемая	16	Не более 65	0,2
5	Узел связи	T	Граничные	27	65-30	0,5
		X	Нормируемая	18	Не более 65	0,2
6	Комната уборочного инвентаря	T	Нормируемая	27	Не более 65	0,5
		X		16	Не более 65	0,2
7	Санитарный узел	T	Нормируемая	27	Не более 65	0,5
		X		16	Не более 65	0,2
8	Умывальная	T	Нормируемая	27	Не более 65	0,5
		X		16	Не более 65	0,2
9	Коридор	T	Нормируемая	27	Не более 65	0,5
		X		18	Не более 65	0,2
10	Комната отдыха	T	Граничные	27	65-30	0,5
		X	Нормируемая	20	Не более 65	0,2
11	Кабинет министра	T	Оптимальная	27	60-30	0,2
		X	Нормируемая	20	Не более 65	0,2
12	Кабинет зам. министра	T	Оптимальные	27	60-30	0,2
		X	Нормируемая	20	Не более 65	0,2
13	Кабинет первого помощника министра	T	Граничные	27	65-30	0,5
		X	Нормируемая	20	Не более 65	0,2
14	Зал совещаний	T	Граничные	27	65-30	0,5
		X	Нормируемые	18	Не более 65	0,2

### 1.3. Теплотехнический расчёт наружных ограждений.

Теплотехнический расчет наружных ограждений проводится в соответствии с КМК 2.01.04-97 «Строительная теплотехника»

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций  $R_o$ , определяется в соответствии с заданным уровнем теплозащиты здания.

Уровень теплозащиты устанавливается в задании на проектирование.

Первый уровень теплозащиты зданий отвечает санитарно-гигиеническим требованиям и является минимально допустимым,  $R_o^{TP}$ .

В зависимости от экономических возможностей заказчика следует отдавать предпочтение II и III уровням теплозащиты, учитывая возрастающий дефицит и стоимость топливно-энергетических ресурсов.

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, отвечающих санитарно-гигиеническим требованиям определяют по формуле:

$$R_o^{mp} = \frac{n \cdot (t_{в} - t_{н})}{\Delta t^H \alpha_{в}}, \quad \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Вт}$$

Где:

$n$  – коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху, для наружных стен и покрытия (в том числе вентилируемые наружным воздухом)  $n=1$ ;

$t_{в}$  – расчётная температура внутреннего воздуха, принимаемая в зависимости от назначения помещений,  $^\circ C$ ;

$t_{н}$  – расчетная зимняя температура воздуха контактирующего с поверхностью стены,  $^\circ C$ ;

$\Delta t^H$  – нормируемый перепад температур,  $^\circ C$ , для производственных зданий и помещений с нормальным режимом  $\Delta t^H = t_{в} - t_{н}$ , но не более 8 – для наружных стен,  $\Delta t^H = 0,8(t_{в} - t_{н})$ , но не более 7 – для покрытий и чердачных перекрытий;

$\alpha_{в}$  – коэффициент восприятия внутренней поверхности ограждающих конструкций, Вт/м<sup>2</sup>·°С, для стен, полов, гладких потолков  $\alpha_{в} = 8,7$  Вт/м<sup>2</sup>·°С.

Термическое сопротивление  $R$ , м<sup>2</sup>·°С/Вт, слоя многослойной ограждающей конструкции, а также однородной (однослойной) ограждающей конструкции следует определять по формуле:

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i}$$

где:

$\delta_i$  – толщина слоя, м;

$\lambda_i$  – расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, Вт/м·°С.

Сопротивление теплопередаче  $R_o$  ограждающей конструкции следует определять по формуле:

$$R_o = \frac{1}{\alpha_{в}} + R_{к} + \frac{1}{\alpha_{н}}, \quad \frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт}$$

где:

$\alpha_{н}$  – коэффициент теплоотдачи (для зимних условий) наружной поверхности ограждающей конструкции, Вт/м<sup>2</sup>·°С, для наружных стен и покрытий  $\alpha_{н} = 23$  Вт/м<sup>2</sup>·°С;

$R_{к}$  – термическое сопротивление ограждающей конструкции, м<sup>2</sup>·°С/Вт.

Термическое сопротивление ограждающей конструкции с последовательно расположенными однородными слоями следует определять как сумму термических сопротивлений отдельных слоев:

$$R_{к} = R_1 + R_2 + \dots + R_n, \quad \frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт}$$

Коэффициент теплопередачи конструкции определяется по формуле:

$$k = \frac{1}{R_o}, \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ C$$

### 1.3.1. Расчет стены.

Первый слой – цементно-песчаный раствор с толщиной слоя  $\delta=0,020$  м,  $\lambda=0,93$  Вт/м·°С,  $S=11,09$  Вт/м<sup>2</sup>·°С,  $\gamma=1800$  кг/м<sup>3</sup>[4];

второй слой – навесная керамзито-бетонная панель  $\delta=0,300$  м,  $\lambda=0,92$  Вт/м·°С,  $\gamma=1800$  кг/м<sup>3</sup>[4];

третий слой – известково-песчаный раствор толщиной  $\delta=0,020$  м,  $\lambda=0,81$  Вт/м·°С,  $\gamma=1600$  кг/м<sup>3</sup>[4].

Где:

$\gamma$  – плотность материала, кг/м<sup>3</sup>.

Расчет стены выполнен в программном комплексе UPONOR v4. Все данные сведены в таблицу №4.

### 1.3.2. Расчет пола.

Пол принят неутепленный, расположенный на грунте, термическое сопротивление исчисляют по условным зонам - полосами шириной 2 м, параллельным наружным стенам.

Сопротивление теплопередаче:

$$R_c (1 \text{ зона})=2,1 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$$

$$R_c (2 \text{ зона})=4,3 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$$

$$R_c (3 \text{ зона})=8,6 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$$

$$R_c (4 \text{ зона})=14,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$$

Коэффициент теплопередаче равен:

$$K (1 \text{ зона})=1/R_c=0,476 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{°C}$$

$$K (2 \text{ зона})=1/R_c=0,233 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{°C}$$

$$K (3 \text{ зона})=1/R_c=0,116 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{°C}$$

$$K (4 \text{ зона})=1/R_c=0,070 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{°C}$$

Расчет пола выполнен в программном комплексе UPONOR v4. Все данные сведены в таблицу №4.

### 1.3.3. Расчет световых и дверных проемов.

В качестве светового заполнения (окон) принимаем обычное стекло  $\delta=3,5$ мм в окнах с двойным остеклением в металлических отдельных переплетах. Приведенное сопротивление теплопередаче такого окна

составляет  $R_o=0,34 \frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}$  плюс термическое сопротивление замкнутой

воздушной прослойки, тогда  $R_o=0,53 \frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}$

Коэффициент теплопередачи окна:

$$k_{ок} = \frac{1}{R_{ок}} = \frac{1}{0,53} = 1,89 \frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}$$

Алюминиевые витражи – приведенное сопротивление теплопередаче таких витражей составляет  $R_o=0,56 \frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}$

Коэффициент теплопередачи витража:

$$k_{ок} = \frac{1}{R_{ок}} = \frac{1}{0,56} = 1,8 \frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}$$

В качестве дверного проема принимаются двойные стеклянные двери. Приведенное сопротивление теплопередаче таких дверей составляет

$$R_o=0,27 \frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}$$

Коэффициент теплопередачи двери:

$$k_{дв} = \frac{1}{R_{дв}} = \frac{1}{0,27} = 3,7 \frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}$$

Двойные деревянные двери – приведенное сопротивление теплопередаче  $R_o=0,43 \frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}$

Коэффициент теплопередачи двери:

$$k_{дв} = \frac{1}{R_{дв}} = \frac{1}{0,43} = 2,3 \frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}$$

Одинарные деревянные двери – приведенное сопротивление теплопередачи  $R_o=0,21 \frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}$

Коэффициент теплопередачи двери:

$$k_{дв} = \frac{1}{R_{дв}} = \frac{1}{0,21} = 4,7 \frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}$$

### 1.3.4. Расчет покрытия.

Первый слой – железобетонная плита перекрытия (покрытия) с толщиной слоя  $\delta=0,220$  м,  $\lambda= 1,92$  Вт/м<sup>2</sup>·°C,  $S= 17,98$  Вт/м<sup>2</sup>·°C,  $\gamma=2500$  кг/м<sup>3</sup>;

второй слой – окраска битумом горячим с толщиной слоя  $\delta=0,005$  м,  $\lambda=0,27$  Вт/м<sup>2</sup>·°C,  $\gamma=1400$  кг/м<sup>3</sup>;

третий слой – гравий керамзитовый с толщиной слоя  $\delta=0,100$  м,  $\lambda=0,23$  Вт/м<sup>2</sup>·°C,  $\gamma=800$  кг/м<sup>3</sup>;

четвертый слой – цементно-песчаный раствор с толщиной слоя  $\delta=0,015$  м,  $\lambda=0,93$  Вт/м<sup>2</sup>·°C,  $\gamma=1800$  кг/м<sup>3</sup>;

пятый слой – четырёхслойный рубероид на битумной мастике с толщиной слоя  $\delta=0,02$  м,  $\lambda=0,17$  Вт/м<sup>2</sup>·°C.

шестой слой – песчаный гравий на битумной мастике с толщиной слоя  $\delta=0,02$  м,  $\lambda=0,21$  Вт/м<sup>2</sup>·°C.

$$R_0^{mp} = \frac{0,9 \cdot (20 + 14)}{5,5 \cdot 8,7} = 0,64 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Вт}$$

$n=0,9$

Требуемое сопротивление теплопередаче по формуле:

$$R_0 = 0,96 \frac{m^2 C}{Вт}$$

$$R_o = \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{1,92} + \frac{0,005}{0,27} + \frac{0,1}{0,23} + \frac{0,015}{0,93} + \frac{0,02}{0,17} + \frac{0,02}{0,21} + \frac{1}{23} =$$

$$= 0,115 + 0,115 + 0,019 + 0,435 + 0,016 + 0,118 + 0,095 + 0,043 = 0,96 \frac{m^2 C}{Вт}$$

$$R_0 \geq R_0^{тp}$$

$0,96 \geq 0,64$  – т.е. удовлетворяется условиям.

$$k = \frac{1}{0,96} = 1,04 \frac{Вт}{m^2 \cdot ^\circ C}$$

#### 1.4. Расчет потерь теплоты.

Расчет теплопотерь ведется по формуле:

$$Q = A \cdot (t_p - t_{ext}) \cdot (1 + \Sigma\beta) \cdot \frac{n}{R}, \quad \text{Вт}$$

или

$$Q = A \cdot k(t_s - t_n) \cdot n \cdot (1 + \Sigma\beta), \quad \text{Вт}$$

где:

$A$  – расчетная площадь ограждающей конструкции,  $\text{м}^2$ ;

$R$  – сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции  $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$ ;

$t_p$  ( $t_{в}$ ) и  $t_{ext}$  ( $t_{н}$ ) – соответственно расчетные температуры внутреннего и наружного воздуха,  $\text{°C}$ ;

$\beta$  – добавочные потери теплоты в долях от основных потерь:

$$\Sigma\beta = \beta_1 + \beta_2 + \beta_3 + \beta_4$$

Добавочные потери теплоты через ограждающие конструкции следует принимать в долях от основных потерь:

$\beta_1$  – в помещениях любого назначения через наружные вертикальные и наклонные (вертикальная проекция) стены, двери и окна, обращенные на север, восток, северо-восток и северо-запад в размере 0,1, на юго-восток и запад – в размере – 0,05;

$\beta_2$  – добавочные потери теплоты на продуваемость помещений с двумя наружными стенами и более,  $\beta_2 = 0,05$ .

$\beta_3$  – через наружные двери, не оборудованные воздушными завесами, при высоте здания  $H$ , м, от средней планировочной отметки земли до верха карниза, центра вытяжных отверстий фонаря или устья шахты в размере[4]:

0,2 $H$  – для тройных дверей с двумя тамбурами между ними;

0,27 $H$  – для двойных дверей с тамбурами между ними;

0,34 $H$  – для двойных дверей без тамбура;

0,22 $H$  – для одинарных дверей;

$\beta_4$  – через наружные ворота, не оборудованные воздушными или воздушно-тепловыми завесами – в размере 3 при отсутствии тамбура и в размере 1 – при наличии тамбура у ворот.

$k$  – коэффициент теплопередачи ограждающей конструкции, Вт/м<sup>2</sup>·°С;

Расчет потерь теплоты по отдельным помещениям сведен в таблицу № 4.

### 1.4.1. Конструирование системы отопления.

Для отопления помещений запроектирована вертикальная однотрубная система водяного отопления с верхней подающей магистралью и проточно-регулируемыми узлами от центральной котельной теплоноситель вода поступает в здание по сети теплопроводов, проложенных в непроходных каналах. Теплоноситель по одной трубе поступает в радиаторы, подключенные последовательно, и строго друг под другом. В качестве нагревательных приборов устанавливаются радиаторы МС-140-108. Вода последовательно проходит через все радиаторы и по обратному трубопроводу возвращается в тепловой центр. Приборы соединяются по схеме сверху-вниз. Для того, чтобы при скоплении воздуха циркуляция воды не прекращалась на концах обеих ветвей на подающей магистрали установлены воздухоотборники.

### 1.4.2. Гидравлический расчёт системы отопления.

Для систем с искусственной циркуляцией величина располагаемого давления определяется по формуле :

$$p_p = p_n + B \cdot \Delta p_{\text{отр}} + p_{\text{отр}}$$

где  $p_n$  - искусственное давление, создаваемое элеватором, Па ( $\Delta p_n = 15,3$  кПа),

$p_{\text{отр}}$  - давление, возникающее за счет охлаждения воды в отопительных приборах, Па;

$p_{\text{отр}}$  - давление, вызываемое охлаждением воды в теплопроводах, Па ( $\Delta p_{\text{отр}} = 150$  Па); [10]

$B$  – коэффициент, определяющий долю максимального естественного давления, которую целесообразно учитывать в расчетных условиях (для однотрубных систем  $B=1$ ); [7]

$$p_{\text{отр}} = \varepsilon \cdot \frac{\sum qh}{C \cdot G_{\text{ст}}}$$

$\varepsilon$  - приращение плотности воды при охлаждении её на  $1^\circ\text{C}$ ,  $\text{кг/м}^3$ , при разности температур 95-70 равна  $0,64 \text{ кг/м}^3$ ; [10]

$\sum qh$  - сумма произведений тепловых нагрузок этажестояков на высоту установки нагревательных приборов над обратным трубопроводом, м;

$c$  – теплоёмкость воды,  $c = 4,187 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$  или  $1 \text{ ккал}/\text{кг}\cdot^\circ\text{C}$ ;

$G_{\text{ст}}$  – общий расход воды на стояке,  $\text{кг/ч}$ .

Общий расход воды на стояке №1 находим по формуле:

$$G_{\text{ст1}} = \frac{3,6 \sum Q \beta_1 \cdot \beta_2}{C(t_{\text{ex}} - t_{\text{вых}})} = \frac{3,6(1845+850 \cdot 6 + 1255 + 1810 + 2715) \cdot 1,04 \cdot 1,02}{4,187(95-70)} = 464 \text{ кг/ч}$$

$\beta_1$  – поправочный коэффициент, учитывающий теплопередачу через дополнительную площадь приборов, для радиаторов  $1,03 \div 1,08$ , для расчетов принимаем  $\beta_1 = 1,04$ ;

$\beta_2$  – поправочный коэффициент, учитывающий дополнительные теплотери вследствие размещения отопительных приборов у наружных ограждений, при установке у наружной стены секционного радиатора  $\beta_2 = 1,02$ .

Высота установки приборов измеряется от точки изменения температуры воды в стояке: в проточно-регулируемых однетрубных системах – от середины приборов.

Находим величину естественного давления от остывания воды в стояках (тепловые нагрузки отопительных приборов приведены в ккал):

$$p_{\text{енр}} = 0,64 \frac{1591 \cdot 1 + (733 \cdot 2) \cdot 5,2 + 1082 \cdot 9,4 + (733 \cdot 2) \cdot 13,6 + (733 \cdot 2) \cdot 17,8 + 1560 \cdot 22 + 2341 \cdot 26,2}{1 \cdot 464} = 222 \text{ м}$$

Переводим метры в Па:

$$p_{\text{енр}} = 222 \cdot 10 = 2222 \text{ Па}$$

Далее определяем располагаемое давление:

$$p_p = 15300 + 1 \cdot (222 + 150) = 17672 \text{ Па}$$

Ориентировочное значение потери давления в стояках принимаем равным 80% располагаемого давления:

$$p_{\text{ст.ор.}} = 0,80 \cdot 17672 = 14137,6 \text{ Па}$$

В таблицу №5 заносим исходные данные: номер участка (стояка), тепловую нагрузку Q, длину участка l, перепад температур Δt.

Вычисляем характеристики сопротивления стояков, принимая их диаметры равными 20 мм. Подсчет производим в таблице №6 путем суммирования характеристик сопротивления узлов, междуэтажных вставок, концевых участков и местных сопротивлений. Результаты заносим в графу «Предварительно».

Определяем потерю давления на стояке 1 при принятом предварительно диаметре 25 мм:

$$p_{p1} = S_1 \cdot G_{p1}^2 = (20,27 \cdot 10^{-4} \cdot 464^2) \cdot 10 = 4364 \text{ Па}$$

Поскольку  $p_{p1} < p_{ст.ор.}$ , то принимаем диаметр стояка всего стояка 25 мм. Все данные заносим в таблицу №3 в графу «Окончательно».

Переходим к расчёту участка 1-2 магистрали между стояками 1 и 2. Принимаем его диаметр равным 25 мм.

Потеря давления на участке магистрали между стояками 1 и 2 составит:

$$p_{1-2} = (\lambda \frac{l}{d} + \sum \xi) \cdot A \cdot 10^{-4} \cdot G_{p1}^2 = 4,46 \cdot 0,125 \cdot 10^{-4} \cdot 464^2 \cdot 10 = 120 \text{ Па}$$

Располагаемое давление для стояка 2:

$$p_{ст.расп2} = 4364 + 120 = 4484 \text{ Па}$$

Определяем требуемую характеристику сопротивления стояка 2:

$$S_{треб2} = \frac{p_{ст.расп2}}{G_{p2}^2} = \frac{4484}{283^2} = 0,056 \text{ мм}/\left(\frac{\text{кг}}{\text{ч}}\right)^2$$

По таблице №3 при диаметре стояка 2 20 мм  $S_{ор2} = 38,8 \cdot 10^{-4} \text{ мм}/\left(\frac{\text{кг}}{\text{ч}}\right)^2$ , т.е.  $S_{ор2} < S_{треб2}$ .

Действительная потеря давления в стояке 2:

$$p_{д2} = (41,14 \cdot 10^{-4} \cdot 283^2) \cdot 10 = 4295 \text{ Па}$$

Невязка между действительной потерей давления и располагаемым давлением:

$$\Delta p_2 = \frac{4484 - 4295}{4295} \cdot 100\% = 4,4\% < 15\%$$

Заносим сопротивление стояка в таблицу №6 и переходим к расчёту участка 2 – 3.

Аналогично производим параллельный расчёт магистралей и стояков с увязкой их сопротивлений и все данные заносим в таблицы 5,6.

Общая потеря давления в ветви складывается из потерь давления в стояке 1 (27) и в участках магистрали:

$$p_{\text{в}} = p_{\text{р1}} + p_{1-2} + p_{2-3} + p_{3-4} + \dots + p_n$$

$$p_{\text{в1}} = 4364 + 93 + 167 + 251 + 444 + 462 + 630 + 346 + 404 + 823 + 609 + 312 + 266 + 428 + 343 + 978 = 9942 \text{ Па}$$

$$p_{\text{в2}} = 4192 + 88 + 177 + 289 + 540 + 317 + 629 + 485 + 986 + 730 + 1420 + 1014 + 887 = 10867 \text{ Па}$$

Невязка между левой и правой ветвями составит:

$$\Delta p_{1,2} = \frac{10867 - 9942}{9942} \cdot 100\% = 9,3\% < 15\%$$

Общая потеря давления в сети складывается из потерь давления всех ветвей и потерь давления на участке от элеваторного узла о главного стояка:

$$p_{\text{сет}} = p_{\text{в1}} + p_{\text{в2}} + p_{\text{гл.ст.-зу}} = 9942 + 10867 + 1661 = 22470 \text{ Па}$$

### 1.4.3. Тепловой расчет отопительных приборов

Тепловой расчет приборов заключается в определении площади внешней нагревательной поверхности каждого отопительного прибора, обеспечивающей необходимый тепловой поток от теплоносителя в помещение. Расчет проводится при температуре теплоносителя, устанавливаемой для условий выбора тепловой мощности приборов. Для теплоносителя пара это температура насыщенного пара при заданном его давлении в приборе. Для теплоносителя воды - максимальная средняя температура воды в приборе, связанная с ее расходом.

Тепловая мощность прибора, т. е. его расчетная теплоотдача  $Q_{np}$ , определяется, как известно, теплопотребностью помещения за вычетом теплоотдачи теплопроводов, проложенных в этом помещении.

Площадь теплоотдающей поверхности зависит от принятого вида прибора, его расположения в помещении и схемы присоединения к трубам. Эти факторы отражаются на значении поверхностной плотности теплового потока прибора.

Необходимая теплопередача отопительного прибора в рассматриваемом помещении определяется по формуле :

$$Q_{np} = Q_n - \beta_{mp} \cdot Q_{mp}$$

где

$Q_n$  – теплопотери помещения, Вт;

$\beta_{mp}$  — поправочный коэффициент, учитывающий долю теплоотдачи теплопроводов, полезную для поддержания заданной температуры воздуха в помещении ( $\beta_{mp}$  составляет при прокладке труб: открытой - 0,9, скрытой в глухой борозде стены - 0,5, замоноличенной в тяжелый бетон - 1,8 (возрастание теплоотдачи обгоняется увеличением площади теплоотдающей поверхности)); [7]

$Q_{mp}$  – теплоотдача открыто расположенных в пределах помещения труб стояка и подводок, Вт, определяемая по формуле

$$Q_{mp} = q_в \cdot \ell_в + q_г \cdot \ell_г$$

где  $q_в, q_г$  – теплоотдача 1 м вертикально и горизонтально проложенных труб, Вт/м.

$q_в$  и  $q_г$  принимается по приложению Г, исходя из диаметра и положения труб, а также разности температуры теплоносителя при входе его в рассматриваемое помещение  $t_{вх}$  и температуры воздуха в помещении  $t_в$ .

Расчетная плотность теплового потока отопительного прибора

$$q_{np} = q_{ном} \cdot \left( \frac{\Delta t_{cp}}{70} \right)^{1,3}, \text{ Вт/м}^2$$

где:

$q_{ном}$  – номинальная плотность теплового потока секции чугунного радиатора, Вт, принимаемая для чугунных радиаторов МС-140-108 равной  $q_{ном}=160 \text{ Вт/м}^2$ ; [7]

$\Delta t_{cp}$  – разница средней температуры теплоносителя в приборе и температуры воздуха в помещении, °С;

$$\Delta t_{cp} = 0,5 \cdot (t_{вх} + t_{вых}) - t_в, \text{ °С}$$

где  $t_{вх}$ ,  $t_{вых}$ ,  $t_{вн}$  – соответственно температуры теплоносителя на входе и выходе из отопительного прибора, °С, температура воздуха в помещении, °С

- для однотрубных  $t_{вх}$  определяют как  $t_{см}$  для участка подачи воды в радиатор

$$t_{cp} = t_{вх} - \frac{3,6 \cdot \sum Q \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}{c \cdot G_{ст}}$$

где  $t_{вх}$  – температура горячей воды, подаваемой в систему отопления, °С;

$\sum Q$  – суммарная тепловая нагрузка приборов на стояке, расположенных выше (ранее) рассматриваемого участка по течению воды, Вт;

$G_{ст}$  – расход воды по стояку по данным гидравлического расчета, кг/ч;

$\beta_1$  – поправочный коэффициент, учитывающий теплопередачу через дополнительную площадь приборов, для радиаторов 1,03÷1,08, для расчетов принимаем  $\beta_1 = 1,04$ ; [7]

$\beta_2$  – поправочный коэффициент, учитывающий дополнительные теплопотери вследствие размещения отопительных приборов у наружных ограждений, при установке у наружной стены секционного радиатора  $\beta_2 = 1,02$ ; [7]

$C$  – теплоемкость воды, равная  $4,187$  кДж/(кг·°С).

Для однотрубной системы

$$G_{np} = \alpha \cdot G_{ст}, \text{ кг/ч}$$

где:

$G_{np}$  – расход воды через радиатор, кг/с;

$\alpha$  – коэффициент затекания воды в прибор, зависящий от соотношения диаметров в узле отопительного прибора;

$G_{ст}$  – расход воды по стояку по данным гидравлического расчета, кг/ч.

Расчетная площадь радиатора

$$F_{np} = \frac{Q_{np} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}{q_{np}}, \text{ м}^2$$

Длина секционных радиаторов зависит от числа секций, составляющих приборы.

Число секций радиаторов определяют по формуле:

$$N = \frac{Q_{np} \cdot \beta_4}{q_{np} \cdot \beta_3}$$

где

$Q_{np}$  – теплопередача отопительного прибора, Вт;

$\beta_4$  – поправочный коэффициент, учитывающий способ установки радиатора в помещении, при открытой установке  $\beta_4 = 1$ ; [7]

$\beta_3$  – поправочный коэффициент, учитывающий число секций в одном радиаторе, принимаемый при числе секций до 15 шт.  $\beta_3 = 1$  [7]

Вычисляем температуру смеси воды в стояке 1 последовательно по этажам в восходящей и нисходящей частях, которая является температурой входящей воды в рассматриваемый радиатор на данном этаже. Эту

температуру определяем в зависимости от суммарной тепловой нагрузки приборов, расположенных выше по ходу воды в стояке.

Помещение 714:

$$t_{\text{см1}} = 95 - \frac{3,6 \cdot 2715 \cdot 1,04 \cdot 1,02}{4,187 \cdot 464} = 89,9 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Определяем разницу средней температуры теплоносителя в приборе и температуры воздуха в помещении (температурный напор):

$$\Delta t_{\text{cp}} = 0,5 \cdot (95 + 89,9) - 20 = 72,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

По приложению Г определяем теплоотдачу 1 м вертикально и горизонтально проложенных труб:  $q_v = 97 \text{ Вт/м}$ ,  $q_z = 118 \text{ Вт/м}$ .

Высота помещений 4,0 м (без учёта толщины перекрытия 0,2 м), длина подводок 0,4 м.

Находим теплоотдачу открыто расположенных в пределах помещения труб стояка и подводок:

$$Q_{\text{mp}} = 97 \cdot 4 + 118 \cdot 0,4 \cdot 2 = 482,4 \text{ Вт}$$

Необходимая теплопередача отопительного прибора будет равна:

$$Q_{\text{np}} = 2714 - 0,9 \cdot 482,4 = 2280 \text{ Вт}$$

Расчетная плотность теплового потока отопительного прибора

$$q_{\text{np}} = 160 \cdot \left( \frac{72,5}{70} \right)^{1,3} = 215 \text{ Вт/м}^2$$

Расчетная площадь радиатора

$$F_{\text{np}} = \frac{2280 \cdot 1,04 \cdot 1,02}{215} = 11,2 \text{ м}^2$$

Число секций радиаторов определяют по формуле:

$$N = \frac{2280 \cdot 1}{215 \cdot 1} = 10,6 \text{ шт.}$$

Далее производим расчет таким же образом, данные сводим в таблицу №7.

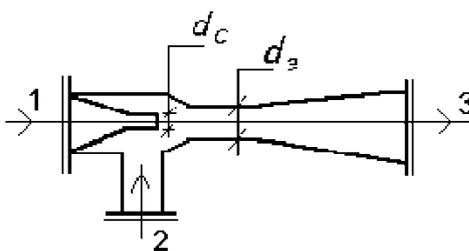
#### 1.4.4. Подбор оборудования системы отопления.

##### Расчёт водоструйного элеватора.

Водоструйный элеватор предназначен для понижения температуры сетевого теплоносителя поступающего из сетей теплоцентрали за счёт частичного смешивания с водой поступающей из обратного трубопровода системы отопления дома и организации циркуляции теплоносителя в системе отопления дома.

##### *Принцип работы элеватора.*

Высокотемпературный теплоноситель под действием давления производимого насосами теплоцентрали поступает на элеватор. Теплоноситель, поступающий из теплоцентрали, с высокой скоростью проходя через сопло элеватора создаёт зону разрежения в которую вовлекается теплоноситель из обратного трубопровода системы отопления дома. В зоне разрежения (камера смешивания) происходит смешивание высокотемпературного теплоносителя теплоцентрали с охлаждённым теплоносителем системы отопления дома. Подготовленный теплоноситель через диффузор подаётся в подающий трубопровод домовой системы отопления. Разница давления между диффузором и камерой всасывания обеспечивает циркуляцию теплоносителя в системе.



1 – из теплосети; 2 – из обратной магистрали системы отопления; 3 – в подающую магистраль

##### *Расчёт характеристик и подбор водоструйного элеватора.*

Основной расчётной характеристикой для элеватора является **коэффициент смешения (инжекции)**, который определяется по формуле:

$$u = \frac{t_1 - t_{см}}{t_{см} - t_0}$$

где:

$t_1$  – температура горячей сетевой воды, °С;

$t_{см}$  – температура смешанной воды, поступающей в систему, °С;

$t_0$  – температура воды в обратной магистрали системы отопления, °С.

$$u = \frac{150 - 95}{95 - 70} = 2,2$$

Расчётный коэффициент подмешивания принимается равным:

$$u = 1,15 \cdot u = 1,15 \cdot 2,2 = 2,53$$

Приведённый расход смешанной воды находим по формуле:

$$G_{пр} = \frac{G_{см}}{\sqrt{P_{сет}}}, \text{ т/ч}$$

где:

$G_{см}$  – количество смешанной воды, поступающей в систему отопления, т/ч;

$P_{сет}$  – общие потери давления в системе отопления, Па.

$$G_{см} = \frac{3,6 \sum Q}{c(t_{см} - t_0)} = \frac{3,6 \cdot 185335}{4,187(95 - 70)} = 6374 \text{ кг/ч} = 6,4 \text{ т/ч}$$

где:

$Q$  – полные теплотери здания, Вт;

$C$  – теплоемкость воды,  $C=4,187$  кДж/кг·°С.

Для расчёта переводим Па в м.вод.ст. В 1 мм.вод.ст. 9,8 Па, значит в 1 м.вод.ст. 9800 Па. Делим 22470 на 9800 и получаем 2,3 м.вод.ст.

$$G_{пр} = \frac{6,4}{\sqrt{2,3}} = \frac{6,4}{1,5} = 4,3 \text{ т/ч}$$

По номограмме [9] принимаем для  $u = 2,53$  и  $G_{пр} = 4,3$  т/ч принимаем элеватор №2  $d_r = 20$  мм,  $d_c = 5,9$  мм.

## 1.5. Расчет теплоступлений

Общие теплоступления определяются суммой всех теплоступлений в помещении:

$$Q = Q_{ч.н.} + Q_{осв} + Q_{орг.тех.} + Q_o + Q_{покр}, Вт$$

Суммарные выделения тепла в помещениях сведены в таблицу №8.

### 1.5.1. Теплоступления от людей

Тепловыделения человека складываются из отдачи явного и скрытого тепла и зависят в основном от тяжести выполняемой им работы, температуры и скорости движения окружающего воздуха, а также теплозащитных свойств одежды. Отдачу человеком явного тепла  $Q_{я}$ , Вт, рассчитывают по формуле:

$$Q_{я} = \beta_u \cdot \beta_{од} \left( 0,5 + 10,3 \sqrt{v_{в}} \right) \left( 15 - t_{в} \right), Вт$$

где:

$\beta_u$  - коэффициент интенсивности работы, равный: 1 – для легкой работы, 1,07 – для работы средней тяжести и 1,15 – для работы тяжелой; [14]

$\beta_{од}$  – коэффициент, учитывающий теплозащитные свойства одежды

принимается: 1 – для легкой одежды, 0,65 – для обычной одежды и 0,4 – для утепленной одежды; [14]

$v_{в}$  – скорость воздуха в помещении, м/с;

$t_{в}$  – температура воздуха в помещении, °С.

Принимаем, что категория тяжести работ для рассматриваемых работ должна приниматься «легкой», кроме работников в помещении зала для собраний. Для рабочих в помещении зала для совещаний и зала для ожиданий принимается «состояние покоя».

В расчете учитываем полное тепловыделение от людей и определяем полное теплоступление по формуле:

$$Q_{ч.н.} = q_n \cdot n, Вт$$

где:

$q_n$  – удельное тепловыделение человеком, Вт/чел;

$n$  – число людей в помещении.

Определяем явные тепловыделения от людей в вестибюле цокольного этажа. Количество людей, находящихся в помещении более 2-х часов непрерывно – 1 человек. Скорость воздуха в помещении в теплый период года согласно КМК 2.04.05-97 «Отопление, вентиляция и кондиционирование» принимаем равной 0,5 м/с:

$$Q_{я} = 1 \cdot (0,5 + 10,3 \sqrt{0,5}) \cdot (5-16) = 117 \text{ Вт}$$

По [14] интерполируя промежуточные значения определяем полное удельное тепловыделение человеком. Полные тепловыделения от людей:

$$Q_{ч.л.} = 156 \cdot 1 = 156 \text{ Вт}$$

Далее расчет ведется таким же образом, все данные сводим в таблицу №8.

### 1.5.2. Теплопоступления от источников электрического освещения.

Теплопоступления от источников освещения  $Q_{осв}$ , Вт, определяем по формуле:

$$Q_{осв} = E \cdot F \cdot q_{осв} \cdot \eta_{осв}, \text{ Вт},$$

где:

$E$  – удельная освещенность, лк, для помещений инженерных сетей принимается 20 лк; для проектных и рабочих кабинетах – 300 лк, для зала собраний – 200 лк;

$F$  – площадь освещенной поверхности, м<sup>2</sup>.

$q_{осв}$  – удельные выделения тепла от освещения, Вт/(м<sup>2</sup>/лк).

Тип светильника принимаем диффузного рассеянного света, соответственно распределение потока света будет 50% направлено вверх и 50% - вниз.

$\eta_{осв}$  – коэффициент использования теплоты для освещения, для люминесцентных ламп принимаем равным 0,45.

Удельные выделения тепла от освещения по [14] принимаем равными 0,102 Вт/(м<sup>2</sup>/лк), освещенность  $E = 150$  лк. Тогда тепловыделения в помещении составят:

$$Q_{осв} = 150 \cdot 162,2 \cdot 0,102 \cdot 0,45 = 1117 \text{ Вт}$$

Далее расчет ведется таким же образом, все данные сводим в таблицу №8.

### 1.5.3. Теплопоступления от оргтехники.

В среднем принимаем, что 1 компьютер в полной комплектации выделяет 300 Вт тепла.

Тогда:

$$Q_{орг.тех.} = q_{орг.тех.} \cdot n, \text{ Вт}$$

где:

$q_{орг.тех.}$  – удельные тепловыделения от 1 компьютера в полной комплектации;

$n$  – число компьютеров в полной комплектации в помещении.

Число компьютеров в полной комплектации в вестибюле – 1. Тогда:

$$Q_{орг.тех.} = 300 \cdot 1 = 300 \text{ Вт}$$

Далее расчет ведется таким же образом, все данные сводим в таблицу №8.

### 1.5.4. Теплопоступления от солнечной радиации.

Теплопоступления от солнечной радиации: различают поступления через остекление и через покрытие. Теплопоступление в помещение через заполнение световых проемов определяют по формуле

$$Q_o = (q_c F_c + q_m F_m) \cdot k_{o.n.}, \text{ Вт}$$

где:

$q_c, q_m$  – тепловой поток, поступающий в помещение через 1 м<sup>2</sup> обычного одинарного стекла толщиной  $\delta = 2,4...3,2$  мм, освещенного солнцем и находящегося в тени, Вт/м<sup>2</sup>; [12]

$F_c, F_T$  – площади заполнения световых проемов, освещенных солнцем и находящихся в тени, м<sup>2</sup>;

$k_{o.n.}$  – коэффициент относительного проникания солнечной радиации через заполнение светового проема, принимаем при внутренних светлых

жалюзи  $k_{o.n.} = 0,53$ . [12]

Максимальные или для заданного расчетного часа (по истинному солнечному времени) значения  $q_c$ ,  $q_m$  определяют исходя из расчетной географической широты места строительства и ориентации заполнения световых проемов в здании. Так, для вертикального заполнения светового проема, частично или полностью облучаемого солнечной радиацией, т. е. при солнечном азимуте остекления  $A_{c.o} < 90^\circ$

$$q_c = (q_n + q_p) \cdot k_1 k_2, \text{ Вт/м}^2$$

В случае вертикального заполнения светового проема, находящегося в тени, т. е. при  $A_{c.o} \geq 90^\circ$ , или при затенении заполнения светового проема наружными солнцезащитными конструкциями либо откосами проема

$$q_m = q_p k_1 k_2, \text{ Вт/м}^2$$

где

$q_n$ ,  $q_p$  – наибольшие значения теплового потока прямой и рассеянной солнечной радиации, Вт/м<sup>2</sup>;

$k_1$  – коэффициент, учитывающий затенение остекления световых проемов переплетами и загрязнение атмосферы. Остекление двойное в металлических переплетах и т.к. атмосфера принимается загрязненная промышленных районов для световых проемов, облучаемых в расчетный час солнцем  $k_1$  принимается равным 0,52; [12]

$k_2$  – коэффициент, учитывающий загрязнение стекла, при незначительном загрязнении стекла принимаем  $k_2 = 0,95$ . [12]

Абсолютное значение азимута остекления  $A_{c.o}$  для световых проемов определяется по следующим формулам:

ориентированных на ЮВ после полудня и ЮЗ до полудня

$$A_{c.o.} = A_c + A_o$$

на З, СЗ, ЮЗ после полудня, на В, СВ, ЮВ до полудня, а также на С и Ю

$$A_{c.o.} = A_c - A_o$$

на З и СЗ до полудня и В и СВ после полудня

$$A_{c.o.} = 360 - (A_c - A_o)$$

здесь

$A_c$  – азимут солнца;

$A_o$  – азимут остекления.

Поступление теплоты в помещения, имеющие световые проемы в противоположных стенах, а также расположенные под углом  $90^\circ$  друг к другу, в тех случаях, когда не задается расчетный час, следует вычислять отдельно для каждой из стен и учитывать наибольшую сумму значений за период занятости помещения людьми или работы предприятия. При определении расчетного значения теплоступлений в помещение от проникания солнечной радиации через световые проемы без средств солнцезащиты в помещении или межстекольном пространстве необходимо учитывать аккумуляцию части теплоты внутренними ограждениями помещения.

Расчетные теплоступления в помещение, с учетом аккумуляции теплоты внутренними ограждающими конструкциями, находят таким образом:

без наружных средств солнцезащиты световых проемов

$$Q_p = Q_o \left( \frac{F_1 m_1 + F_2 m_2 + F_3 m_3 + 0,5 \cdot F_4 m_4 + 1,5 \cdot F_5 m_5}{F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5} \right), \text{ Вт}$$

если такие средства имеются

$$Q_p = Q_o \left( \frac{F_1 m_1 + F_2 m_2 + F_3 m_3 + F_4 m_4 + F_5 m_5}{F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5} \right), \text{ Вт}$$

здесь

$F_1, F_2, F_3$  – площади отдельных внутренних стен помещения,  $\text{м}^2$ ;

$F_4, F_5$  – соответственно площади потолка и пола,  $\text{м}^2$ ;

$m_1, m_2, m_3, m_4, m_5$  – коэффициенты, учитывающие аккумуляцию теплоты соответственно внутренними стенами, потолком и полом, принимаемые для каждой внутренней ограждающей конструкции помещения.

Из таблицы 2.15 [14] выписываем суммарный тепловой поток прямой  $q_n$  и рассеянной  $q_p$  солнечной радиации через окна, обращённые на ЮЗ и СВ, за те часы суток, в которые помещение занято людьми.

Часы суток	Тепловой поток, $(q_n + q_p)$ Вт/м <sup>2</sup> поступающий через окна		
	обращенные на ЮЗ	обращенные на СВ	всего
8...9	60	362	422
9...10	63	196	259
10...11	67	77	144
11...12	117	67	184
12...13	249	65	314
13...14	357	65	422
14...15	437	62	499
15...16	462	60	522
16...17	411	57	468
17...18	269	47	316

Согласно данным таблицы период максимальных поступлений теплоты в помещение наблюдается с 15 до 16 с ЮЗ стороны, для которой  $A_c = 82^\circ$ , тогда  $A_{c.o.} = A_c - A_o = 82 - 45 = 37^\circ$ , что меньше  $90^\circ$ . Тогда:

$$q_c = 462 \cdot 0,52 \cdot 0,95 = 228 \text{ Вт/м}^2$$

$$\text{Суммарная площадь остекления } F = (1,5 \cdot 1,8) \cdot 4 = 10,8 \text{ м}^2$$

$$Q_o = q_c \cdot F \cdot k_{o.n.} = 228 \cdot 10,8 \cdot 0,53 = 1305 \text{ Вт}$$

Площадь поверхности внутренних ж/б стен ( $\delta = 3,5$  см):  $F_1 = F_2 = 50,4 \text{ м}^2$ , площадь бетонного пола ( $\delta = 5$  см),  $F_3 = 174 \text{ м}^2$ , потолка из ж/б плиты ( $\delta = 3,5$  см),  $F_4 = 174 \text{ м}^2$ . Продолжительность прямой солнечной радиации с ЮЗ стороны до полудня – с 11 до 12 ч., т.е. 1 час, после полудня – с 12 до 18 ч., т.е. 6 ч.; всего  $1 + 6 = 7$  ч. По таблице 2.19 [14] путём интерполяции находим  $m_1 = m_2 = m_4 = 0,59$ ,  $m_3 = 0,5$ . Согласно примечанию  $m_1 = m_2 = m_4 = 0,59 \cdot 1,2 = 0,708$ , для пола  $m_3 = 0,5 \cdot 1,2 = 0,6$ .

Определим расчётные теплопоступления в помещение:

$$Q_p = 1305 \left( \frac{50,4 \cdot 0,708 + 50,4 \cdot 0,708 + 0,5 \cdot 174 \cdot 0,6 + 0,5 \cdot 174 \cdot 0,708}{50,4 + 50,4 + 174 + 174} \right) = 539 \text{ Вт}$$

Далее расчет ведется таким же образом, все данные сводим в таблицу

№8.

**Таблица №8**

**Теплопоступления в помещения.**

№ №п. п	Наименование помещения	Площадь А, м <sup>2</sup>	Теплопоступление за счет						Общие теплопоступления в помещение ΣQ, Вт
			Людей		Искусственного освещения Q <sub>осв</sub> , Вт	Орг. техники Q <sub>орг.тех.</sub> , Вт	Поступления солнечной радиации		
			Q <sub>я</sub> , Вт	Q <sub>п</sub> , Вт			через остекле- ние Q <sub>о</sub> , Вт	чере з пок- рыт ие Q <sub>пок</sub> р, Вт	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Цокольный этаж.</i>									
003	Вестибюль	162,2	54	145	1117	300	539	-	2155
007	Зал ожидания	53,6	216	580	492	-	435	-	1723
008	Гос.правов. инспекция труда	36,0	54	145	807	300	199	-	1505
009	Упр.охраны труда	70,7	216	580	974	1200	371	-	3341
010	Комната приема	36,0	108	290	807	600	276	-	2081
011	Отдел доходов и расходов	36,0	162	435	807	900	276	-	2580
	<b>Итого</b>			<b>Σ2985</b>	<b>Σ5004</b>	<b>Σ3300</b>	<b>Σ2096</b>		<b>Σ13385</b>
<i>Первый этаж.</i>									
105	Отдел бух. учета	36,0	108	290	807	600	276	-	2081
106	Каб. зам. министра	36,0	54	145	807	300	276	-	1582
107	Приемная	18,2	54	145	408	300	170	-	1077
108	Каб. зам. министра	36,0	54	145	807	300	276	-	1582
112	Каб. зам. министра	36,0	54	145	807	300	199	-	1505
113	Кабинет 1 помощника	18,2	54	145	408	300	98	-	1005
114	Приемная	18,2	54	145	408	300	98	-	1005
115	Кабинет	36,0	54	145	807	300	199	-	1505

	министра								
116	Комната отдыха	18,2	108	290	408	80	98	-	984
	<b>Итого</b>			<b>Σ2189</b>	<b>Σ5667</b>	<b>Σ2780</b>	<b>Σ1690</b>		<b>Σ12326</b>

***Второй - шестой этажи.***

205	Рабочий кабинет	18,2	54	145	408	300	170	-	1077x14 =15078
206									
207									
208									
305									
306									
311									
312									
406									
408									
507									
508									
509									
510									
209	Комната приема гостей	52,2	216	580	492	-	435	-	1723
211	Рабочий кабинет	36,0	108	290	807	600	276	-	2081x5= 10405
307									
309									
313									
605									
212	Зал совещаний	83,0	1080	2900	762	900	492	-	6134x3= 18402
413									
514									
215	Рабочий кабинет	36,0	54	145	807	300	199	-	1505x7= 10535
218									
322									
419									
522									
614									
617									
216	Кабинет	18,2	54	145	408	300	98	-	1005x15 =15075
217									
316									
317									
319									
321									
417									
418									
515									
516									
518									
520									
521									
615									
616									

405 505 512 513 604	Рабочий кабинет	18,2	108	290	408	600	170	-	1576x5= 7880
407 409 411 506	Рабочий кабинет	36,0	54	145	807	300	276	-	1582x4= 6328
606	Кабинет	72,0	324	870	991	1800	482	-	4467
608	Кабинет министра	52,2	54	145	492	300	435	-	1426
219 323 415 416 420 519 523 618	Кабинет	18,2	108	290	408	600	98	-	1504x8= 12032
	<b>Итого</b>			<b>∑29253</b>	<b>∑35161</b>	<b>∑27600</b>	<b>∑12587</b>		<b>∑104601</b>
<i>Седьмой этаж.</i>									
705 708 711	Рабочий кабинет	18,2	54	145	408	300	170	-	1077x3= 3231
706 709	Рабочий кабинет	36,0	108	290	807	600	276	-	2081x2= 4162
712 713 714	Рабочий кабинет	18,2	108	290	408	600	170	-	1576x3= 4728
715 717 723	Кабинет	18,2	108	290	408	600	98	-	1504x3= 4512
716 720 721 728	Кабинет	18,2	54	145	408	300	98	-	1005x4= 4020
719 722	Кабинет зам.министра	36,0	54	145	807	300	199	-	1505x2= 3010
	<b>Итого</b>			<b>∑4975</b>	<b>∑8532</b>	<b>∑7500</b>	<b>∑2656</b>		<b>∑23663</b>

Определяем общие теплоступления по всему зданию:

$$Q = 39402 + 54364 + 41180 + 19029 = 153975 \text{ Вт}$$

### 1.6. Расчет влаговыделений в помещении.

Поступление влаги от людей,  $W_{вл}$ , г/ч, определяется по формуле:

$$W_{вл} = n_{л} \cdot w_{вл},$$

где:

$n_{л}$  – количество людей, выполняющих работу данной тяжести;

$w_{вл}$  – удельное влаговыделение одного человека, г/ч .

Рассчитаем поступление влаговыделений для помещения 003. Расчётное число людей, находящихся в помещении более 2-х часов – 1 человек, категория работ – легкая, температура внутреннего воздуха 16 °С. Путем интерполирования промежуточных значений получим:

$$M = 1 \cdot 129 = 129 \text{ г/ч}$$

Количество поступающей влаги от людей в соответствующих помещениях сведены в таблицу № 9.

**Таблица №9**

#### Влаговыделения в помещениях.

№.№ п.п.	Наименование помещения	Кол-во людей	Кол-во влаги выделяемое человеком $w_{вл}$ , г/ч	Полное влаговыделение $W$ , г/ч
1	2	3	4	5
<i>Цокольный этаж.</i>				
003	Вестибюль	1	129	129
007	Зал ожидания	4	60	240
008	Гос.правов. инспекция труда	1	129	129
009	Упр.охраны труда	4	129	516
010	Комната приема	2	129	258
011	Отдел доходов и расходов	3	129	387
			<b>Итого:</b>	<b>Σ1659</b>
<i>Первый этаж.</i>				
105	Отдел бух. учета	2	129	258
106	Каб. зам. министра	1	129	129
107	Приемная	1	129	129
108	Каб. зам. министра	1	129	129
112	Каб. зам. министра	1	129	129
113	Кабинет 1 помощника	1	129	129
114	Приемная	1	129	129
115	Кабинет министра	1	129	129
116	Комната отдыха	2	129	258

		<b>Итого:</b>		<b>Σ1419</b>
<b>Промежуточные этажи.</b>				
205 206 207 208 305 306 311 312 406 408 507 508 509 510	Рабочий кабинет	1	129	129x14=1806
209	Комната приема гостей	4	129	516
211 307 309 313 605	Рабочий кабинет	2	129	258
212 413 514	Зал совещаний	20	60	1200x3=3600
215 218 322 419 522 614 617	Рабочий кабинет	1	129	129x7=903
216 217 316 317 319 321 417 418 515 516 518 520 521 615 616	Кабинет	1	129	129x15=1935
405 505 512 513	Рабочий кабинет	2	129	258x5=1290

604				
407	Рабочий кабинет	1	129	129x4=516
409				
411				
506				
606	Кабинет	6	129	774
608	Кабинет министра	1	129	129
219	Кабинет	2	129	258x8=2064
323				
415				
416				
420				
519				
523				
618				
			<b>Итого:</b>	<b>∑13791</b>
<i>Седьмой этаж.</i>				
705	Рабочий кабинет	1	129	129x3=387
708				
711				
706	Рабочий кабинет	2	129	258x2=516
709				
712	Рабочий кабинет	2	129	258x3=774
713				
714				
715	Рабочий кабинет	2	129	258x3=774
717				
723				
716	Рабочий кабинет	1	129	129x4=516
720				
721				
728				
719	Кабинет зам.министра	1	129	129x2=258
722				
			<b>Итого:</b>	<b>∑3225</b>

### 1.7. Расчет воздухообмена в помещении

Вентиляционные системы здания и их производительность выбирают в результате расчета воздухообмена. Последовательность расчета требуемого воздухообмена следующая:

- 1) задаются параметры приточного и удаляемого воздуха;
- 2) определяют требуемый воздухообмен для заданного периода по вредным выделениям, по теплоизбыткам, нормируемой кратности;
- 3) выбирается максимальный воздухообмен из всех расчетов по разным факторам.

Расход приточного воздуха  $L$ , м<sup>3</sup>/ч, для системы вентиляции и кондиционирования следует определять расчетом и принимать больший из расходов, требуемых для обеспечения:

- а) санитарно-гигиенических норм;
- б) норм взрывопожарной безопасности.

1. Определение расхода приточного воздуха по избыткам полной теплоты:

$$L = L_{w,z} + \frac{3,6Q_{ht} - 1,2L_{w,z}(I_{w,z} - I_{in})}{1,2(I_{\ell} - I_{in})}$$

2. Определение расхода приточного воздуха по нормируемой кратности воздухообмена:

$$L = V_p \cdot n$$

3. Определение расхода приточного воздуха по нормируемому удельному расходу приточного воздуха:

$$L = A \cdot k$$

$$L = N \cdot m$$

где:

$L_{w,z}$  — расход воздуха, удаляемого из обслуживаемой или рабочей зоны помещения системами местных отсосов и на технологические нужды, м<sup>3</sup>/ч;

$Q_{ht}$  — полный тепловой поток в помещении, Вт;

$c$  — теплоёмкость воздуха, равная  $1,2 \text{ кДж}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$ ;

$I_{w,z}$  — удельная энтальпия воздуха, удаляемого из обслуживаемой или рабочей зоне помещения системами местных отсосов и на технологические нужды,  $\text{кДж}/\text{кг}$ ;

$I_\ell$  — удельная энтальпия воздуха, удаляемого из помещения за пределами обслуживаемой или рабочей зоны,  $\text{кДж}/\text{кг}$ ;

$I_{in}$  — удельная энтальпия воздуха, подаваемого в помещение,  $\text{кДж}/\text{кг}$ ;

$V_p$  — объём помещения,  $\text{м}^3$ ; для помещений высотой 6 м и более следует принимать  $V_p = 6A$ ;

$A$  — площадь помещения,  $\text{м}^2$ ;

$N$  — число людей (посетителей), рабочих мест, единиц оборудования;

$n$  — нормируемая кратность воздухообмена,  $\text{ч}^{-1}$ ;

$k$  — нормируемый расход приточного воздуха на  $1 \text{ м}^2$  пола помещения,  $\text{м}^3/(\text{ч} \cdot \text{м}^2)$ ;

$m$  — нормируемый удельный расход приточного воздуха на 1 чел.,  $\text{м}^3/\text{ч}$ , на 1 рабочее место, на 1 посетителя или на единицу оборудования;

Температуру, влагосодержание и теплосодержание приточного воздуха, подаваемого системой вентиляции или кондиционирования воздуха, следует определять построением процессов обработки воздуха на I-d диаграмме, обеспечивая как можно более высокие значения рабочих разностей температур и теплосодержаний.

Расчет воздухообменов сводится к построению процессов изменения параметров воздуха в помещении. Графическое построение процессов на I-d диаграмме при заданной точке с параметрами наружного воздуха позволяет определить необходимые параметры воздуха.

Пример построения приведен ниже.

Данные расчета сводим в таблицу №10.

### 1.7.1. Расчет распределительных решеток.

При подаче воздуха сверху вниз настилающимися на потолок струями воздухораспределительная решетка рассчитывается следующим образом: расчётная длина струи  $x$  определяется по формуле:

$$x = a_1 + h_0 - h_{0.з.}$$

По номограмме на стр 254 [15] по заданным  $L_{пр}$ ,  $\Delta t_0$ , выбранному типу ВР,  $F_0$  и рассчитанной длине струи  $x$  определяются значения скорости воздуха на истечении  $V_0$ , а также  $V_x$  и  $\Delta t_x$  в месте внедрения струи в обслуживаемую зону.

При подаче в помещение охлажденного воздуха проверяется условие сохранения расчетной схемы циркуляции по формуле:

$$\Delta t_0^{max} = \frac{15,2 \cdot \sqrt{F_0} \cdot (m \cdot V_0)^2}{a_1^2 \cdot n}$$

Если полученное значение больше принятого  $\Delta t_0$ , то условие сохранения расчетной схемы циркуляции выдерживается.

Поправочные коэффициенты  $K_c$ ,  $K_b$ ,  $K_n$  к значениям  $V_x$  и  $\Delta t_x$  при рассматриваемом способе подачи принимаются равными:  $K_c = 0,8$ ,  $K_b = 1$ ,  $K_n = 1$ .

Вычисляются  $V_x^{max}$  и  $\Delta t_x^{max}$  по формулам:

$$V_x^{max} = V_x \cdot K_c \cdot K_n, \text{ м/с}$$

$$\Delta t_x^{max} = \frac{\Delta t_x}{K_c \cdot K_n}, \text{ }^\circ\text{C}$$

Полученные значения сопоставляются с нормируемыми значениями  $K \cdot V_{норм.}$ ,  $\Delta t_{норм.}$

Для подбора количества решеток используют следующую формулу:

$$N = \frac{L}{3600 \cdot V \cdot F_0}, \text{ шт.}$$

где:

$N$  – кол-во решеток;

$L$  – расход воздуха, м<sup>3</sup>/час;

$V$  – скорость движения воздуха, м/с

$F_0$  – площадь живого сечения решетки, м<sup>2</sup>.

Рассчитаем воздухораспределительную решетку для помещения 003 цокольного этажа. Площадь обслуживаемого помещения составляет  $14,5 \times 12 = 174 \text{ м}^2$ ,  $L_{\text{пр}} = 4990 \text{ м}^3/\text{ч}$ ,  $h_{\text{пом}} = 4,2 \text{ м}$ ,  $h_{\text{о.з.}} = 2 \text{ м}$ ,  $V_{\text{норм.}} = 0,5 \text{ м/с}$ ,  $\Delta t_{\text{норм.}} = 1 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\Delta t_0 = 3 \text{ }^\circ\text{C}$ .

По архитектурно-планировочным решениям целесообразно установить решетку АМР (каталог «Арктика»). Определяем расчетную длину струи:

$$x = 14,5 + 4,2 - 2 = 16,7 \text{ м}$$

По таблице для данной схемы подачи воздуха находим коэффициенты  $m$  и  $n$ :  $m = 8,4$ ,  $n = 5,1$  для угла наклона жалюзи  $\alpha = 0^\circ$ .

По  $L_{\text{пр}} = 4990 \text{ м}^3/\text{ч}$  выбираем  $F_0 = 0,084 \text{ м}^2$  и по номограмме получаем  $V_0 = 3 \text{ м/с}$ .

По  $x = 16,7 \text{ м}$  и  $F_0 = 0,084 \text{ м}^2$  определяем по номограмме  $x/\sqrt{F_0} = 60$ .

По  $m = 8,4$  и  $x/\sqrt{F_0} = 60$  находим  $V_x = 0,75 \text{ м/с}$ . По  $\Delta t_0 = 5 \text{ }^\circ\text{C}$  и  $n = 5,1$  находим  $\Delta t_x = 0,4 \text{ }^\circ\text{C}$ .  $\Delta t_x < \Delta t_{\text{норм.}} = 1 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Вычисляем:

$$V_x^{\text{max}} = 0,75 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,6 \text{ м/с}$$

$$\Delta t_x^{\text{max}} = \frac{0,4}{0,8 \cdot 1} = 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$$

Принимаем коэффициент перехода от нормируемой скорости к максимальной в струе  $K = 1,6$ :

$$K \cdot V_{\text{норм.}} = 1,6 \cdot 0,5 = 0,8 \text{ м/с}$$

Получаем  $V_x^{\text{max}} < K \cdot V_{\text{норм.}}$ .

Подберем количество решеток:

$$N = \frac{1462}{3600 \cdot 3 \cdot 0,084} = 6 \text{ шт}$$

Принимаем к установке 6 решеток типа АМР 350x250.

Проверяем условие сохранения расчетной схемы циркуляции:

$$\Delta t_0^{max} = \frac{15,2 \cdot \sqrt{F_0} \cdot (m \cdot V_0)^2}{a_1^2 \cdot n} = \frac{15,2 \cdot \sqrt{0,084} \cdot (8,4 \cdot 3)^2}{5^2 \cdot 5,1} = 21,8 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$\Delta t_0^{max} > \Delta t_0$ , следовательно, расчетная схема сохраняется и расчет заканчивается.

Воздухораспределительные решетки для остальных помещений рассчитываем таким же образом. Все данные сводим в таблицу №10.

Воздухораспределительные решетки для системы вытяжной вентиляции принимаем АМР 1000х300.

### **1.8. Конструирование систем вентиляции и кондиционирования воздуха.**

В здании запроектирована приточно-вытяжная вентиляция с механическим побуждением воздуха.

Количество подаваемого и удаляемого воздуха приточными и вытяжными системами рассчитывается по расчёту воздухообмена, а в отдельных помещениях по кратности.

Приток воздуха осуществляется вентиляционной установкой, смонтированной на каждом из этажей. Состоит из воздухоприемного устройства, а также оборудования для нагрева и очистки приточного воздуха. Забор воздуха осуществляется через воздухозаборные решетки, установленные в наружной стене здания. Приточные решетки металлические, установлены на высоте не менее 2 м от пола. В приточной камере располагается модульная приточная установка, состоящая из заслонки, фильтра, водяного воздухонагревателя (калорифера), вентилятора, шумоглушителя. Далее воздух по металлическим воздуховодам, смонтированным под потолком коридоров, поступает в горизонтальные ответвления и через решётки типа АМР в помещения.

Вытяжная система вентиляции В1 состоит из приемных решеток, размещенных в стене, и внутренних каналов, которые выходят в шахту и далее на технический этаж здания, где объединяются в сборный вытяжной

воздуховод из которого воздух поступает в вертикальную шахту, выходящую на крышу здания и заканчивающуюся зонтом.

Вытяжные системы вентиляции В2, В3 состоят из приемных решеток, размещенных в стене коридоров, и внутренних каналов, которые выходят в шахту и далее на технический этаж здания, где воздух поступает в вертикальную шахту, выходящую на крышу здания заканчивающуюся зонтом.

По зданию равномерно выполнены 4 шахты в коридорах и 2 в санузлах. Размер шахт 1000х300 мм.

В рабочих кабинетах двери установлены без порогов для вытяжки отработанного воздуха в коридор. Выходя в коридор, воздух поднимается вверх и вытягивается через вытяжные решетки.

Приточные и вытяжные установки для организации механической вентиляции помещений поставляется в виде отдельных элементов, собираемых в установку на площадке монтажа.

## **1.9. Аэродинамический расчет приточной и вытяжной систем вентиляции.**

### **1.9.1. Расчет сечений воздуховодов.**

В системах вентиляции и кондиционирования воздуха применяют в основном стальные оцинкованные воздуховоды круглого и прямоугольного сечения. Преимуществами воздуховодов круглого сечения являются меньшие сопротивления движению воздуха и расход металла, а также более простой монтаж по сравнению с воздуховодами прямоугольного сечения, но при небольших размерах высоты подшивного потолка и необходимости подвода достаточно большого количества воздуха применяют воздуховоды прямоугольного сечения.

Рассчитывая воздуховоды, определяют размеры и площадь поперечного сечения, а также сопротивление проходу воздуха в воздуховодах.

***Площадь поперечного сечения воздуховода, м<sup>2</sup>:***

$$f = \frac{L}{v \cdot 3600}, \text{ м}^2$$

$L$  - количество воздуха, проходящего через воздуховод, м<sup>3</sup>/ч;

$v$  - скорость движения воздуха в воздуховоде, м/с.

По таблице ( ) определяем стандартное сечение воздуховода и действительную скорость в сечении:

$$v_d = \frac{L}{f \cdot 3600}, \text{ м/с}$$

### 1.9.2. Расчет потерь давления на трение и в местных сопротивлениях.

В системах с механическим побуждением за расчётное принимают направление через наиболее протяжённую и нагруженную ветвь.

Аэродинамический расчет вентиляционной системы состоит из двух этапов: 1) расчет участка основного направления магистрали. 2) увязка всех остальных участков системы.

Для проведения расчета вычерчивается аксонометрическая схема системы, выбирается расчетная магистраль, разбивается на участки и пользуясь таблицами справочной литературы определяются потери давления и вносятся в таблицу 10.

Увязку остальных участков проводят, начиная с наиболее протяженных ответвлений. Методика увязки ответвлений аналогична расчету участков основного направления. При увязке ответвлений известна потеря давлений в нем, равная потерям давления в магистрали от общей точки до входа или выхода воздуха в атмосферу:

$$p_{\text{расп.отв}} = \Sigma R(\beta_{\text{ш}} l + Z)_{\text{парл.уч}}$$

Размеры сечений ответвлений считают подобранными, если относительная невязка потерь в параллельных участках не превышает 15 %

Потери давления в системах вентиляции складываются из потерь давления на трение и потерь давления в местных сопротивлениях, Па

$$\Delta P_{\text{тр.}} = \Delta P_{\text{тр.}} + Z$$

Потери давления на трение, Па

$$\Delta P_{\text{тр.}} = R \cdot l \cdot \beta$$

где **R** – удельные потери на трение, Па/м;

**l** – длина участка воздуховода, м;

**β** – поправочный коэффициент, который зависит от абсолютной эквивалентной шероховатости воздуховодов, принимаемый по номограмме [15].

Динамическое давление, Па

$$P_0 = \frac{\rho \cdot v^2}{2}$$

Потери давления в местных сопротивлениях, Па

$$Z = \sum \xi \cdot P_0$$

где  $\sum \xi$  – сумма коэффициентов местных сопротивлений на расчетном участке воздуховода, коэффициенты на границе двух участков относят к участку с меньшим расходом и определяем по табл. 22.16-22.43 [13].

Для воздуховодов прямоугольного сечения за расчетную величину **d** принимаем эквивалентный диаметр **d<sub>э</sub>**, мм, при котором потери давления в круглом воздуховоде при той же скорости будут равны потерям давления в прямоугольном воздуховоде

$$d_э = \frac{2ab}{(a+b)}$$

где **a, b** – стороны прямоугольного воздуховода или канала, мм.

При расчете желательно, чтобы скорости движения воздуха на участках возрастали по мере приближения к вентилятору.

При невозможности увязки потерь давления по ответвлениям воздуховодов в пределах 10% следует устанавливать диафрагмы. Диафрагма (металлическая пластина с отверстием) – местное сопротивление, на котором гасится избыточное давление. Коэффициент местного сопротивления

диафрагмы определяется по формуле:

$$\xi_{\text{диафр.}} = \frac{\Delta P_{\text{неуязки}}}{P_0} = \frac{\Delta P_{\text{расп.}} - \Delta P_{\text{отв.}}}{P_0}$$

где  $P_d$  – динамическое давление на участке, на котором устанавливается диафрагма, Па;

$\Delta P_{\text{расп.}}$  - располагаемые потери давления на ответвление, Па;

$\Delta P_{\text{отв.}}$  - потери давления на увязываемом ответвлении, Па.

По значению  $\xi_{\text{диафр.}}$  и по размерам воздуховода, на котором устанавливается диафрагма, подбирают размер диафрагмы по табл. 22.48, 22.49 [13].

Расчеты сводим в табл. 11.

Рассчитываем участок №1 магистрального воздуховода цокольного этажа. Задаемся скоростью 4 м/с в сечении воздуховода. Определяем площадь поперечного сечения воздуховода по формуле:

Рассчитываем участок №1 магистрального воздуховода цокольного этажа. Задаемся скоростью 4 м/с в сечении воздуховода. Определяем площадь поперечного сечения воздуховода по формуле:

$$f = \frac{748}{4 \cdot 3600} = 0,052 \text{ м}^2$$

Определяем стандартное сечение воздуховода и действительную скорость в сечении: стандартное сечение воздуховода 0,05 м<sup>2</sup> (200x250мм), а действительная скорость составит:

$$v_d = \frac{748}{0,05 \cdot 3600} = 4,2 \text{ м/с}$$

Далее определяем эквивалентный диаметр воздуховода:

$$d_3 = \frac{2a \cdot b}{a + b} = 0,222 \text{ м}$$

Удельные потери давления на трение, Па/м, определяем по таблице ( ).

Определяем динамическое давление:

$$h_w = \frac{1 \cdot 4,2^2}{2} = 8,8 \text{ Па}$$

Потери давления на трение, Па:

$$\Delta P_{тр.} = 0,834 \cdot 8,7 \cdot 1,9 = 13,8 \text{ Па}$$

Определяем сумму коэффициентов местных сопротивлений на расчетном участке воздуховода:

- решетка типа АМР – 2,2 (6 шт.) – 13,2

Потери давления в местных сопротивлениях, Па

$$Z = 13,2 \cdot 8,8 = 116,2$$

Потери давления в системах вентиляции складываются из потерь давления на трение и потерь давления в местных сопротивлениях:

$$\Delta P_{сет} = 13,8 + 116,2 = 130 \text{ Па}$$

**Увязка участка 1-2:**

$$\Delta = \frac{152,08 - 130}{152,08} \cdot 100\% = 14,5\%$$

79% > 10%, следовательно, предусматриваем диафрагму.

Размеры отверстий диафрагм подбираются по таблице (), в зависимости от сечения воздуховода и коэффициента местного сопротивления диафрагмы.

Коэффициента местного сопротивления диафрагмы определяется:

$$\zeta = \frac{\Delta p}{h_w};$$

где:

$\Delta p$ -избыточное давление, Па;

$h_w$ - динамический напор, Па.

$$\zeta = 22,08 / 9,2 = 2,4$$

Подбираем диафрагму размером 103x187 мм.

Далее расчет ведется таким же образом, все данные сводим в таблицу №11.

**1.10. Расчет и подбор элементов оборудования систем вентиляции и кондиционирования воздуха.**

Оборудование подобрано в программном обеспечении компании ВЕЗА.  
Все данные приведены ниже.

Системы П1, П3, П5, П6:

**Кондиционеры центральные каркасно-панельные (КЦКП).  
Стандартная установка.**

**Исполнение:** Стандартная установка, Общепромышленное, У3, свободный моноблок

**Объект:** **Название:** П1, П4, П5, П6

**Заказчик:** **Типоразмер:** КЦКП-10-У3

**Адрес:** **Сторона обслуживания:** Справа

**Тел/Факс:** / **ЛВ, м3/ч:** 10190

**E-mail:** **Блоков/моноблоков:** 7/3

**Для:** Кульчинская А. **Выполнил:**

**Менеджер:** **Подпись:** \_\_\_\_\_

**Наименование блоков с индексами и характеристиками входящего оборудования.**

**1. Моноблок**

$dP_{\text{В}}=183.7$  Па;  $V_{\text{ХНХЛ}}:1300 \times 1090 \times 1420$ мм;  $m=338$ кг

**1.1. Блок воздухоприемный(один вертикальный клапан), Наружный блок**

Положение: Клапан верт.; Возд.клапан: РЕГУЛЯР-0765-1135-Н-П-12-00-00-У2;  $V_{\text{ХН}}=1135 \times 765$ мм; Привод: NF230А-S2; Гиб.вставка:1155x785мм;  
Сторона обл.: Справа.

## **1.2. Фильтр карманный, Узкий**

Индекс:2хФВК-69-360-6-G4/25; Класс: G4;  $dP_{в\text{, загрязн. } 50\%}=140$  Па;  
Сторона обл.: Справа.

## **1.3. Воздуонагреватель жидкостный, Узкий**

Насос :Установлен; Индекс:ВНВ243.1-103-090-02-2,5-04-2; Прямоток;  
 $F_{ТО}=37.4$ кв.м;  $Q_T=116$  кВт;  $K_f=4\%$ ;  $L_v=10190$  куб.м/ч;  $t_{вн}=-14^{\circ}C$ ;  $t_{вк}=20^{\circ}C$ ;  
 $v_{го}=3.7$  кг/кв.м/с;  $G_{ж}=3975$  кг/ч;  $t_{жн}=95^{\circ}C$ ;  $t_{жк}=66.6^{\circ}C$ ;  $w=1.2$  м/с;  $dP_{ж}=8.6$   
кПа; Сторона обл.: Справа.

## **2.Моноблок**

$dP_{в}=87.8$  Па;  $V_{хнхл}:1300 \times 1090 \times 2300$ мм;  $m=495$  кг

### **2.1. Камера увлажнения сотовая**

Индекс: CelDek-65-120-090-C1-1-R;  $Q_{ж}=35.2$  кВт;  $E_a=60\%$ ;  $P_6=715$  мм.рт.ст;  
 $L_v=10190$  куб.м/ч;  $t_{вн}=37.5^{\circ}C$ ;  $t_{вн}=14.5$  ккал/кг;  $d_{вн}=9$ г/кг;  $F_{вк}=21\%$ ;  
 $t_{вк}=27.2^{\circ}C$ ;  $i_{вк}=14.5$  ккал/кг;  $D_{вк}=13.1$ г/кг;  $F_{вк}=54.5\%$ ;  $D_{вк}-D_{вн}=4.1$ кг/ч;  
 $dP_{в}=86.7$  Па;  $G_{ж}=341$ кг/ч; Насос: ТВ16/120;  $N_y=0.07$  кВт; 220/380В;  
Сторона обл.: Справа.

### **2.2. Вентилятор, Выхлоп По оси**

Индекс:RDH 400 R; Выхлоп: по оси; Выхлоп\_ВхН:507х507мм;  $P_{конд}=281$   
Па;  $P_{сеть}=420$  Па;  $L_v=10190$  Куб.м/ч;  $P_{полн}=727$  Па;  $V_{вых}=11.01$  м/с;  
 $N_{рк}=1980$ мин-1; Эл. Двиг.:А100L4;  $N_y=4$  кВт;  $N_{дв}=1425$ мин-1;  
Ремень:SPZ-1600; Шкив вент.=2-SPZ-95мм; Шкив двиг.=2-SPZ-132мм;  
 $L_{центр}=621$ мм; Сторона обл.: Справа.

## **3.Моноблок**

$dP_{в}=9.5$  Па;  $V_{хнхл}:1300 \times 1090 \times 1660$ мм;  $m=160$ кг

### **3.1.Камера промежуточная,**

**Базовое** Исп.:Базовое;

$L=565$ мм; Сторона обл.:

Справа

### 3.2.Шумоглушитель, 1000

Пластины:3 x 200 мм; L\_пластин=1000мм; Гиб.вставка вых=1155x945мм;

Сторона обл.: Справа

#### Автоматика

К-Ф-ТО-СУ-В

- 1.Реле перепада давления для контроля запыленности фильтра
- 2.Канальный датчик температуры приточного воздуха с подсоединительным фланцем
- 3.Датчик защиты от замораживания теплообменника по воде
- 4.Датчик защиты от замораживания теплообменника по воздуху
- 5.2-х ходовой регулирующий клапан по теплоносителю
- 6.Электропривод регулирующего водяного клапана
- 7.Циркуляционный насос для подмешивания теплоносителя
- 8.Реле перепада давления для контроля работы вентилятора
- 9.Шкаф приборов автоматики
10. Контроллер

**Спектральные (дБ) и суммарные (дБА) уровни звуковой мощности:**

		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Сумма, дБА
Приток	На входе	69	73	65	71	59	54	45	37	69
	На выходе	77	76	71	73	64	73	67	62	77
	Вовне	72	77	65	59	64	67	62	57	72

Система П2:

**ИСПОЛНЕНИЕ: Стандартная установка, Общепромышленное, УЗ,  
свободный моноблок.**

<b>ОБЪЕКТ:</b>	<b>НАЗВАНИЕ: П2</b>
<b>ЗАКАЗЧИК:</b>	<b>ТИПОРАЗМЕР: КЦКП-6,3-У3</b>
<b>АДРЕС:</b>	<b>СТОРОНА ОБСЛУЖИВАНИЯ: Справа</b>
<b>ТЕЛ/ФАКС: /</b>	<b>Ль, м3/ч: 6042</b>
<b>Е-МАИЛ:</b>	<b>БЛОКОВ/МОНОБЛОКОВ: 7/3</b>
<b>Для: Кульчинская А.</b>	<b>ВЫПОЛНИЛ:</b>
<b>МЕНЕДЖЕР:</b>	<b>ПОДПИСЬ: _____</b>

НАИМЕНОВАНИЕ БЛОКОВ С ИНДЕКСАМИ И ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ВХОДЯЩЕГО  
ОБОРУДОВАНИЯ

1.МОНОБЛОК

$dP_b=272.6$  Па;  $V \times H \times L: 1300 \times 800 \times 2220$ mm;  $m=420$ кг

1.1. БЛОК ВОЗДУХОПРИЕМНЫЙ(ОДИН ВЕРТИКАЛЬНЫЙ КЛАПАН), НАРУЖНЫЙ  
БЛОК

Положение: Клапан верт.; Возд.клапан: РЕГУЛЯР-0525-1175-Н-П-12-00-00-  
У2;  $V \times H=1175 \times 525$ mm; Привод: NF230A-S2; Гиб.вставка: 1195x545мм;  
Сторона обл.: Справа.

1.2. ФИЛЬТР КАРМАННЫЙ, УЗКИЙ

Индекс:2хФВК-66-360-6-G4/25; Класс:G4;  $dP_{в \text{ загрязн.}50\%}=134$  Па; Сторона  
обсл.: Справа.

1.3. ВОЗДУХОНАГРЕВАТЕЛЬ ЖИДКОСТНЫЙ, УЗКИЙ

Насос: Установлен; Индекс:ВНВ243.1-103-065-02-3,0-06-2; Прямоток;  
 $F_{тo}=22.7$  kb.m;  $Q_{т}=69$  кВт;  $K_f=2\%$ ;  $L_v=6042$ куб.м/ч;  $t_{bh}=-14^{\circ}C$ ;  $t_{bk}=20^{\circ}C$ ;  
 $v_{гo}=3$ Кг/kb.m/c;  $G_{ж}=2357$ кг/ч;  $t_{жн}=95^{\circ}C$ ;  $t_{жк}=68.3^{\circ}C$ ;  $w=1.7$ m/c;  $dP_{ж}=24$ кПа;  
Сторона обл.: Справа.

#### 1.4. КАМЕРА УВЛАЖНЕНИЯ СОТОВАЯ

Индекс: CelDek-65-120-069-C1-1-R; Qx=21kBt; Ea=60%; P6=715 mm.pt.ct;  
Lv=6042куб.м/ч; t<sub>bh</sub>=37.5°C; t<sub>вн</sub>=14.5ккал/кг; dbh=9г/Кг; f<sub>вн</sub>=21%;  
t<sub>bk</sub>=27.1°C; ibk=14.5ККаfl/icr; двк=13.1г/кг; f<sub>вк</sub>=54.8%; Dbk-Dbh=4.2кг/ч;  
dPb=109.6 Па; Gж=341кг/ч; Насос:ТВ16/120; Ny=0.07 КВТ; 220/380В;  
Сторона обл.: Справа

#### 2.ВЕНТИЛЯТОР, ВЫХЛОП ПО ОСИ

Индекс: RDH 315 R; Выхлоп по оси; Выхлоп\_ВхН:404x404мм; Pконд=279Па;  
Pсеть=321Па; Lv=6042куб.м/ч; Rполн=618Па; Vbmх=10.28м/с;  
n\_рк=2356мин-1; Эл.двиг: А80В2; Ny=2.2 КВТ; n\_дв=2820мин-1; Ремень  
:SPZ-1180; Шкив\_Вент=1-SPZ-85mm; Шкив двиг.=1-SPZ-71mm;  
Lцентр=467мм; Сторона обл.: Справа; ВхНхL:1300x800x1050mm; m=201кг

#### 3.МОНОБЛОК

dPb=5.7па; ВхНхL:1300x800x1500mm; m=135кг

#### 3.1. КАМЕРА ПРОМЕЖУТОЧНАЯ, БАЗОВОЕ

Исп.: Базовое; L=425mm; Сторона обл.: Справа

#### 3.2. ШУМОГЛУШИТЕЛЬ, 1000

Пластины:3 x 200 мм; L\_пластин=1000mm; Гиб.вставка вых=1195x695мм;  
Сторона обл.: Справа

#### АВТОМАТИКА

#### К-Ф-ТО-СУ-В

- 1.Реле перепада давления для контроля запыленности фильтра
- 2.Канальный датчик температуры приточного воздуха с подсоединительным фланцем
- 3.Датчик защиты от замораживания теплообменника по воде
- 4.Датчик защиты от замораживания теплообменника по воздуху
- 5.2-х ходовой регулирующий клапан по теплоносителю
- 6.Электропривод регулирующего водяного клапана

7.Циркуляционный насос для подмешивания теплоносителя

8.Реле перепада давления для контроля работы вентилятора

9.Шкаф приборов автоматики

10.Контроллер

СПЕКТРАЛЬНЫЕ (дБ) и СУММАРНЫЕ (дБА) УРОВНИ ЗВУКОВОЙ МОЩНОСТИ  
11.

		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Сумма, дБА
Приток	На входе	70	79	66	71	57	49	44	34	70
	На выходе	76	84	74	72	61	69	66	60	76
	Вовне	72	85	68	58	61	63	61	55	72

Системы П4, П7, П8:

**Исполнение:** Стандартная установка, Общепромышленное, УЗ, свободный моноблок

**Объект:** **Название:** ПЗ, П7, П8

**Заказчик:** **Типоразмер:** КЦКП-12,5-УЗ

**Адрес:** **Сторона обслуживания:** Справа

**Тел/Факс:** / **Лв, м3/ч:** 12621

**E-mail:** **Блоков/моноблоков:** 7/4

**Для:** Кульчинская А. **Выполнил:**

**Менеджер:** **Подпись:** \_\_\_\_\_

**Наименование блоков с индексами и характеристиками входящего оборудования**

**1. Моноблок**

$dP_v=176.6$  Па; ВxHxL:1300x1400x1570мм; M=370кг

**1.1. Блок воздухоприемный(один вертикальный клапан), Наружный блок**

Положение: Клапан верт.; Возд.клапан:РЕГУЛЯР-1075-1135-Н-

П-12-00-00-У2; ВxH=1135x1075мм; Привод:SF230A-S2;

Гиб.вставка:1155x1095мм; Сторона обл.: Справа.

**1.2. Фильтр карманный, Узкий**

Индекс:4хФВК-66-360-6G4/25; Класс:G4;  $dP_v_{\text{загрязн.}50\%}=138$  Па; Сторона обл.: Справа.

**1.3. Воздухонагреватель жидкостный, Узкий**

Насос:Установлен; Индекс:ВНВ243.1-103-120-02-2,5-04-2; Прямоток;

$Q_{\text{ТО}}=49.8$ кв.м;  $Q_{\text{T}}=144$ кВт;  $K_f=7\%$ ;  $L_v=12621$ куб.м/ч;  $t_{\text{ВН}}=-14^{\circ}\text{C}$ ;  $t_{\text{ВК}}=20^{\circ}\text{C}$ ;

$v_{\text{ГО}}=3.4$ кг/кв.м/с;  $G_{\text{ж}}=4934$ кг/ч;  $t_{\text{жН}}=95^{\circ}\text{C}$ ;  $t_{\text{жК}}=64.5^{\circ}\text{C}$ ;  $w=1.1$ м/с;

$dP_{\text{ж}}=8.1$ кПа; Сторона обл.: Справа

## **2.Камера увлажнения сотовая**

**Индекс:**CelDek-65-120-120-C1-1-R; Qx=43.9кВт; Ea=60%; P6=715мм.рт.ст;  
Bв=12621куб.м/ч; tвн=37.5°C; iвн=14.5ккал/кг; dвн=9г/кг; fивн=21%;  
1вк=27.1°C; iвк=14.5ккал/кг; dвк=13.1г/кг; fивк=54.8%; Dвк-Dвн=4.2кт/4;  
dPв=59.2 Па; Gж=341кг/ч; Насос: ТВ16/120; Ny=0.07 **кВт**; 220/380В;  
Сторона обл.: Справа; dPв=59.3 Па; ВxHxL:1300x1400x1100мм; m=232кг

## **3.Вентилятор, Выхлоп По оси**

**Индекс:**RDH 500 R; Выхлоп по оси; Выхлоп\_ВxH:638x638мм; Pконд=245Па;  
Pсеть=495па; Lв=12621 Куб.м/ч; Rполн=716Па; Vвмх=8.61м/с;  
N\_РК=1425мин-1; Эл. двигатель: A100L4; Ny=4 **кВт**; N\_ДВ=1425мин-1;  
Ремень :SPZ-1900; Шкив\_ВeHT=2-SPZ-125мм; Шкив двиг.=2-SPZ-125мм;  
Lцентр=754мм; Сторона обл.: Справа; ВxHxL:1300x1400x1550мм; m=367кг

## **4.Моноблок**

dPв=8.6па; ВxHxL:1300x1400x1760мм; m=175кг

### **4.1. Камера промежуточная, Базовое**

Исп.:Базовое; L=665мм; Сторона обл.: Справа

### **4.2. Шумоглушитель, 1000**

Пластины:3 x 200 мм; L\_пластин =1000мм; Гиб.вставка вых=1155x1255мм;  
Сторона обл.: Справа

## **Автоматика**

К-Ф-ТО-СУ-В

- 1.Реле перепада давления для контроля запыленности фильтра
- 2.Канальный датчик температуры приточного воздуха с подсоединительным фланцем
- 3.Датчик защиты от замораживания теплообменника по воде
- 4.Датчик защиты от замораживания теплообменника по воздуху
- 5.2-х ходовой регулирующий клапан по теплоносителю
- 6.Электропривод регулирующего водяного клапана

7. Циркуляционный насос для подмешивания теплоносителя
8. Реле перепада давления для контроля работы вентилятора
9. Шкаф приборов автоматики
10. Контроллер

### Спектральные (дБ) и суммарные (дБА) уровни звуковой мощности

		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Сумма, дБА
Приток	На входе	66	74	71	65	55	50	42	34	66
	На выходе	75	79	76	71	62	68	64	60	75
	Вовне	70	80	70	57	62	62	59	55	70

Для вытяжной системы вентиляции В2, В3 подобран вентилятор компании ВЕЗА ВРАВ-8, исполнение 5 – П90 – двигатель А200L8. N = 22 кВт. Динамическое давление для свободного выхлопа 900 Па. Корректированный уровень звуковой мощности  $L_w = 97,5$  дБа.

Для вытяжной системы вентиляции В1 подобран вентилятор компании ВЕЗА ВРАН-6-3,55, исполнение 1 – П90 – двигатель А80В2. N = 2,2 кВт. Динамическое давление для свободного выхлопа 49 Па. Корректированный уровень звуковой мощности  $L_w = 86$  дБа.

В приложении 1 приведена спецификация вентиляционного оборудования.

## **II. Охрана труда.**

При монтаже систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха в административных зданиях нужно следовать правилам безопасности, которые изложены ниже.

### **3.1. Техника безопасности при монтаже систем отопления.**

При современной организации производства санитарно-технических работ монтаж систем центрального отопления, как правило, осуществляется с применением радиаторных узлов, блоков отопительных печей, секций калориферов, обвязанных трубопроводами и арматурой, и этажестояков, заранее изготовленных в ЗМЗ или ЦЗМ.

При монтаже систем центрального отопления случаи травматизма могут возникнуть при выполнении таких наиболее трудоемких операций, как сверление отверстий под радиаторные кронштейны, разноска радиаторных печей или блоков к местам монтажа и навеска их на радиаторные кронштейны. При выполнении названных операций необходимо сверление отверстий под радиаторные кронштейны выполнять специально обученному слесарю, имеющему удостоверение на право работы с электрифицированным инструментом; слесаря-сверловщика обеспечить индивидуальными средствами защиты от поражения электрическим током; при разноске радиаторных печей или блоков к местам монтажа навешивать их на радиаторные кронштейны; не допускать случайного падения радиаторных печей; для свертывания резьбовых соединений этажестояков иметь трубные ключи, соответствующие диаметру свертываемых труб.

По окончании монтажа смонтированная система отопления подвергается испытанию, проведение которого является весьма ответственной и небезопасной операцией. Испытание необходимо проводить в присутствии производителя работ (мастера). В последнее время широко применяется предварительное испытание смонтированных систем сжатым воздухом, при выполнении которого необходимо удалить с места испытания всех посторонних лиц; обеспечить обслуживание компрессора мотористом,

имеющим право на выполнение этой работы; поддерживать давление воздуха в испытываемой системе не более 0,07 МПа (0,7 кгс/см<sup>2</sup>).

Для поддержания давления не выше 0,07 МПа (0,7 кгс/см<sup>2</sup>) устанавливается запломбированный предохранительный клапан, на котором должны быть клейма, указывающие инвентарный номер, рабочее давление, дату испытания и наименование завода-изготовителя. Однако независимо от того, что клапан испытывался на заводе-изготовителе, в каждом отдельном случае перед началом испытания клапан должен быть проверен на "срабатывание" при давлении 0,07 МПа (0,7 кгс/см<sup>2</sup>). Во избежание засорения клапана во время сбрасывания избыточного давления место подключения шланга от компрессора должно быть рядом с клапанами.

При предварительном испытании манометр должен быть проверен, проклемен и иметь все необходимые надписи со шкалой 0,25 МПа (2,5 кгс/см<sup>2</sup>); правильность показания манометра необходимо регулярно проверять контрольным манометром. При проверке мест утечки воздуха и при устранении дефектов монтажа необходимо работать в защитных очках со светлыми стеклами. Производить газосварочные и электросварочные работы разрешается только после выпуска воздуха из системы.

После устранения дефектов монтажа, выявленных в процессе предварительного пневматического испытания, приступают к гидравлическому испытанию системы отопления, до начала которого необходимо ознакомить всех рабочих, участвующих в испытании, с размещением арматуры и заглушек, а также со способами удаления воздуха из системы, порядком повышения и понижения давления во время испытания; проверить всю установленную арматуру, крепление фланцев, сгонов и надежность временных заглушек; проверить исправность опрессовочного агрегата и манометра; установить дежурных на этажах и проинструктировать их. Испытывать систему нужно в присутствии мастера.

Испытательное давление для систем водяного отопления при гидравлическом испытании установлено равным 1,25 рабочего давления, но

не менее 0,2 МПа (2 кгс/см<sup>2</sup>) в самой низкой точке системы; для систем парового отопления с рабочим давлением до 0,07 МПа (0,7 кгс/см<sup>2</sup>) - 0,25 МПа (2,5 кгс/см<sup>2</sup>).

Повышать и понижать давление на испытываемом участке системы нужно постепенно, не допуская ударов и толчков. При испытании систем парового отопления на плотность нужно остерегаться ожогов.

### **3.2. Техника безопасности при монтаже систем вентиляции и кондиционирования.**

Ответственность за выполнение мероприятий по технике безопасности, охране труда, пожарной и экологической безопасности возлагается на руководителей работ, назначенных приказом. Ответственное лицо осуществляет организационное руководство монтажными работами непосредственно или через бригадира. Распоряжения и указания ответственного лица являются обязательными для всех работающих на объекте.

Охрана труда рабочих должна обеспечиваться выдачей администрацией необходимых средств индивидуальной защиты (специальной одежды, обуви и др.), выполнением мероприятий по коллективной защите рабочих (ограждения, освещение, вентиляция, защитные и предохранительные устройства и приспособления и т.д.), санитарно-бытовыми помещениями и устройствами в соответствии с действующими нормами и характером выполняемых работ. Рабочим должны быть созданы необходимые условия труда, питания и отдыха. Работы выполняются в спецобуви и спецодежде. Все лица, находящиеся на строительной площадке, обязаны носить защитные каски. Решения по технике безопасности должны учитываться и находить отражение в организационно-технологических картах и схемах на производство работ. Сроки выполнения работ, их последовательность, потребность в трудовых ресурсах устанавливается с учетом обеспечения безопасного ведения работ и времени на соблюдение мероприятий, обеспечивающих безопасное производство работ, чтобы любая из

выполняемых операций не являлась источником производственной опасности для одновременно выполняемых или последующих работ. При разработке методов и последовательности выполнения работ следует учитывать опасные зоны, возникающие в процессе работ. При необходимости выполнения работ в опасных зонах должны предусматриваться мероприятия по защите работающих.

Место ведения монтажных работ необходимо обеспечить огнетушителями. Санитарно-бытовые помещения, автомобильные и пешеходные дороги должны размещаться вне опасных зон. В вагончике для отдыха рабочих должны находиться и постоянно пополняться аптечка с медикаментами, носилки, фиксирующие шины и другие средства для оказания первой медицинской помощи. Все работающие на строительной площадке должны быть обеспечены питьевой водой. Работа с механизмами, приспособлениями, инвентарем и инструментами должна вестись в соответствии с инструкциями по их эксплуатации. Работы на высоте более 1,3 м должны производиться с подмостей, имеющих надежные ограждения.

*При производстве монтажных работ запрещается:*

- а) допускать к работе лиц моложе 18 лет;
- б) допускать к работе лиц, не прошедших медицинское освидетельствование, обучение по специальности и инструктаж по технике безопасности;
- в) приступать к работе с неисправными приспособлениями;
- г) допускать соприкосновение электрических проводов с газовыми баллонами;
- д) допускать нагрев газовых баллонов, в том числе солнечными лучами;
- е) допускать попадание масел в кислородные баллоны.

*Рабочие, выполняющие монтажные работы, обязаны знать:*

- опасные и вредные для организма производственные факторы выполняемых работ;

- вредные вещества и компоненты используемых материалов и характер их воздействия на организм человека;

- правила личной гигиены;

- инструкции по технологии производства монтажных работ, содержанию рабочего места, по технике безопасности, производственной санитарии, противопожарной безопасности;

- правила оказания первой медицинской помощи.

*Лицо, ответственное за безопасное производство работ, обязано:*

- ознакомить рабочих с рабочей технологической картой под роспись;

- следить за исправным состоянием инструментов, механизмов и приспособлений;

- разъяснить работникам их обязанности и последовательность выполнения операций.

Монтаж систем вентиляции и кондиционирования воздуха следует вести только при наличии проекта производства работ, технологических карт или монтажных схем. При отсутствии указанных документов монтажные работы вести запрещается. В проектах производства работ следует предусматривать рациональные режимы труда и отдыха в соответствии с различными климатическими зонами страны и условиями труда. Порядок выполнения монтажа систем вентиляции и кондиционирования воздуха, определенный проектом производства работ, должен быть таким, чтобы предыдущая операция полностью исключала возможность производственной опасности при выполнении последующих. Монтаж воздуховодов должен, как правило, производиться крупными блоками с применением подъемных механизмов.

При выполнении электросварочных работ рабочее место сварщика должно содержаться в чистоте и порядке, не допуская ничего лишнего, мешающего работе на рабочем месте, а также в проходах и проездах. Места выполнения электросварочных работ открытой дугой должны быть ограждены с помощью несгораемых ширм, щитов и т.п. При производстве электросварочных работ на открытом воздухе над установками и сварочными

постами должны быть сооружены навесы из негорючих материалов. При отсутствии навесов электросварочные работы во время дождя или снегопада должны быть прекращены. Для предохранения от падающих при электросварке капель расплавленного металла и шлака под местом сварки в местах прохода людей необходимо устанавливать плотный помост, покрытый листами кровельного железа или асбестового картона.

Сварочные кабели нельзя располагать рядом с газосварочными шлангами и трубопроводами, находящимися под давлением, или по участкам с высокой температурой, а также вблизи кислородных баллонов и ацетиленовых генераторов.

При выполнении работ нужно следить за тем, чтобы руки, обувь и одежда всегда были сухими.

Не разрешается смотреть на сварочную дугу без защитной маски со светофильтром.

В качестве обратного провода сети заземления нельзя использовать металлические строительные конструкции здания, коммуникации и несварочное техническое оборудование.

Не разрешается оставлять без присмотра сварочный аппарат, включенный в сеть.

При газовой сварке запрещается пользоваться редуктором с неисправной резьбой в накидной гайке и манометрами с просроченными клеймами на них, разбирать и ремонтировать вентили баллонов.

Кислородный редуктор следует присоединять к баллону только специальным ключом.

Шланги с кислородом следует располагать от электропроводки на расстоянии не менее 0,5 м, а шланги с ацетиленом и другими газами - на расстоянии не менее 1 м.

Под монтируемым вентиляционным оборудованием или воздуховодами не должны находиться люди. Нельзя закреплять подвешиваемый воздуховод или блок воздуховодов за фермы, перекрытия и другие строительные

конструкции в местах, не предусмотренных проектом производства работ. Монтаж воздухопроводов с лесов, подмостей и площадок должен производиться не менее чем двумя рабочими.

Не допускается выполнение вентиляционных работ на кровле зданий во время гололеда, тумана, исключаяющего видимость в пределах фронта работ, грозы и ветра скоростью 15 м/с и более.

Места монтажа должны быть хорошо освещены. Светильники общего освещения, присоединенные к электросети напряжением 127 и 220 В, должны устанавливаться на высоте не менее 2,5 м от уровня земли, пола, настила. При высоте подвеса менее 2,5 м светильники должны подсоединяться к сети напряжением не выше 42 В.

При монтаже вентиляционных устройств на кровлях с уклоном более 20°, а также независимо от уклона на мокрых и покрытых инеем или снегом кровлях рабочие должны применять предохранительные пояса, а также трапы шириной не менее 0,3 м с поперечными планками для упора ног; трапы во время работы должны быть закреплены.

Перед допуском к работе по монтажу систем вентиляции и кондиционирования воздуха руководители организаций обязаны обеспечить обучение и проведение инструктажа по технике безопасности на рабочем месте. К самостоятельным верхолазным работам по монтажу воздухопроводов и деталей вентиляционных систем допускаются лица (рабочие и инженерно-технические работники) не моложе 18 лет, прошедшие медицинский осмотр и признанные годными, имеющие стаж верхолазных работ не менее одного года, прошедшие обучение безопасным методам работы и получившие соответствующее удостоверение и имеющие тарифный разряд не ниже третьего. Рабочие, впервые допускаемые к верхолазным работам, должны в течение одного года работать под непосредственным надзором опытных рабочих, назначенных приказом руководителя, организации. Обучение рабочих безопасным методам и приемам верхолазной работы и проверку их знаний необходимо проводить ежегодно.

## **III. Педагогическая часть.**

#### **4.1. Влияние и развитие педагогических технологий в сфере профессионального образования.**

Современный этап развития образования в Республике Узбекистан характеризуется коренным реформированием структуры и содержания непрерывного образования с широким освоением прогрессивных технологий. Серьёзные изменения претерпевает и система среднего специального образования: перед профессиональными колледжами и академическими лицеями стоит приоритетная задача, сформулированная в «Национальной программе по подготовке кадров» - подготовить квалифицированных работников соответствующего уровня и профиля, конкурентоспособных на рынке труда, компетентных, ответственных и свободно владеющих своей профессией на уровне мировых стандартов.

Одна из приоритетных задач преобразований в этой сфере – активизация познавательной деятельности учащихся системы среднего специального образования. Это, в свою очередь, требует научного обеспечения целей, содержания, методов, средств и организационных форм воспитания, обучения и развития личности специалистов среднего звена на основе использования достижений науки, техники и передовых технологий.

Решение проблем подготовки современных специалистов внутри системы среднего профессионального образования невозможно без повышения педагогической интеллектуальной культуры, без преодоления устоявшихся стереотипов, консерватизма в педагогической науке и практике. В свою очередь, эти проблемы непосредственно связаны с разработкой и внедрением в учебный процесс образовательных учреждений технологий инновационного обучения.

К разновидностям инновационного обучения в системе среднего специального образования относят развивающее, проблемное, дистанционное, интерактивное, модульное, проектное обучение и др.

В результате реализации обучения инновационного типа осуществляется подготовка таких работников, для которых характерен постоянный поиск

возможностей усовершенствования своей профессиональной деятельности; они разрабатывают технологические, организационные и иные новинки, вносят инициативные предложения и добиваются их внедрения, в формате инновационного обучения совершенствуется интеллектуальное творчество будущих педагогов.

Известно, что коренные общественные преобразования на современном этапе требуют пересмотра педагогических концепций, активного развития педагогической науки в русле современных требований к специалисту среднего звена. Перед средними специальными учреждениями технического профиля стоит задача выпустить инженеров, у которых независимо от их политехнического мировоззрения, были бы развиты способности и к организации учебно-воспитательного процесса, чтобы они владели бы необходимым арсеналом педагогических и психологических знаний, чтобы их инструментарием стали бы передовые технологии и методики активизации познавательной деятельности обучающихся.

К передовым педагогическим технологиям, которые должны быть в арсенале современных выпускников, относят технологии обучения и воспитания, технологии самообразования и др., в разработку которых внесли существенный вклад такие специалисты как: Дж. Рассел, В. Голдшмидт, Ф. Перегудов, П. Юцявичене, Г. Коц-Сенюх, Л. Терещенко, Н. Азизходжаева, Б. Фарберман, М. Очилов, Э. Сейтхалилов, М. Кочкарова, Р. Ишмухамедов, Р. Юсуфбекова и др.

В современном педагогическом пространстве разрабатываются такие инновационные стратегии, которые позволили бы внутри учебно-воспитательной деятельности получать и осваивать не только новое научное знание, но соответствующую ориентировочную основу действий для обучающихся, благодаря которой они смогли бы превратить освоенное в аудиториях знание и новую техническую или социальную реальность.

В настоящее время оформляются и фиксируются исследования и разработки с определёнными правилами и процедурами, чтобы сделать одно-

временно доступными и передачу учебной информации от преподавателя к обучающимся, и одновременно помочь учащимся преобразовать информацию в товар или услугу, конкурентную на рынке труда.

В основу инновационных процессов в академических лицеях и профессиональных колледжей республики начинают такие подходы, которые реформировали бы процесс подготовки будущих инженеров и обеспечили бы внутри учебно-воспитательного процесса как информационную, так и творческую образовательной среды.

#### **4.2. Модель и технологическая карта учебного занятия с применением интерактивных форм обучения.**

По теме выпускной квалификационной работы «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха административного здания в городе Ташкент» мы выбрали следующую технологию обучения:

##### **Модель учебного занятия:**

<b>Количество учащихся:</b> 18-20	<b>Время:</b> 2 часа или 80 минут
<b>Форма учебного занятия:</b>	лекционное
<b>План учебного занятия:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Понятие о современных системах отопления.</li> <li>2. Компоненты современных систем отопления.</li> <li>3. Специфика систем отопления города Ташкент.</li> </ol>
<b>Цель учебного занятия:</b>	дать представления о современных системах отопления, систематизировать и углубить полученную обучающимися информацию, формировать навыки индивидуального и группового анализа освоенной учебной информации.
<b>Педагогические задачи:</b>	<b>Результаты учебной деятельности:</b>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- дать представление о современных системах отопления;</li> <li>- ознакомить с компонентами современных систем отопления;</li> <li>- ознакомить со спецификой систем отопления города Ташкент.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- получить представление о современных системах отопления;</li> <li>- ознакомиться с компонентами современных систем отопления;</li> <li>- ознакомиться со спецификой систем отопления города Ташкент.</li> </ul>
<b>Методы обучения и техники:</b>	лекция как ознакомление с новой учебной информацией, с использованием слайд-шоу, «Колесо идей», «Цветок лотоса» и «Как?»
<b>Средства обучения:</b>	рабочая программа и методические материалы, технологическая карта занятия, компьютер, проектор и экран для слайд-шоу, учебники, рабочие тетради и шариковые ручки по числу обучающихся
<b>Формы обучения:</b>	индивидуальная работа, работа в малых группах и подгруппах
<b>Условия обучения:</b>	аудитория и рабочие столы для работы обучающихся в малых группах и подгруппах.
<b>Мониторинг и оценка:</b>	самооценка, устные оценки, наблюдение и контрольные задания

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОГО ЗАНЯТИЯ

<b>Этапы учебного занятия:</b>	<b>Содержание деятельности:</b>	
	<b>обучающего</b>	<b>обучающихся</b>

<p>I этап: <b>ВВЕДЕНИЕ</b> (10 минут)</p>	<p>1.1 Пользуясь слайдами, озвучивает тему занятия, знакомит с целью, планом занятия и отдельными вопросами, представляет рекомендуемую литературу по теме занятия (приложение 1).</p>	<p>1.1. Делают записи в рабочих тетрадях, формулируют вопросы к обучающему, переносят списки литературы по теме занятия свои на флэш-карты</p>
	<p>1.2 Сообщает об ожидаемых результатах учебной деятельности и критериях их оценки (приложение 2).</p>	<p>1.2. Делают записи в рабочих тетрадях.</p>
<p>II этап: <b>ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ</b> (60 минут)</p>	<p>2.1. Озвучивает первый вопрос плана занятия, используя слайд-шоу (приложение 3). Пользуясь «Колесо идей» помогает учащимся систематизировать информацию (приложение 4).</p>	<p>2.1. Делают записи в рабочих тетрадях, в малых группах сравнивают понятия, полученные по теме занятия.</p>
	<p>2.2. Озвучивает информацию по второму вопросу плана занятия (приложение 5). Пользуясь «Как?» помогает учащимся освоить специфику систем отопления (приложение 6).</p>	<p>2.2. Делают записи в рабочих тетрадях, отвечают внутри малых групп на поставленные вопросы «Как?»</p>
	<p>2.3. Пользуясь слайдами, закрепляет у учащихся информа-</p>	<p>2.3. Освоив информацию по третьему воп-</p>

	цию о компонентах современных систем отопления, оформив в малых группах «Цветок лотоса» (приложение 7).	росу, в малых группах оформляют «Цветок лотоса».
<b>III этап: ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ (10 минут)</b>	3.1. Задаёт в малых группах оформить «Выходную карту» и сравнить сделанные записи (приложение 8).	3.1. Пользуясь «Выходной картой», сравнивают записи и сами оценивают освоение учебного материала по теме занятия.

Приложение 1:

**Тема: «СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ»**

**План:**

1. Понятие о современных системах отопления.
2. Компоненты современных систем отопления.
3. Специфика систем отопления города Ташкент.

**Опорные понятия:** система отопления, компоненты систем отопления, специфика систем отопления столицы

### Список литературы:

1. Пырков В.В. Современные системы отопления // Особенности современных систем водяного отопления. 2-е изд. — К.: Такі справи, 2003. — 176 с.
2. Свистунов В.М, Пушняков Н.К. Виды систем отопления и режимы их работы. Учебник для вузов / Под ред. М.И.Козицкая. — 2-е изд. — - СПб: Политехника, 2007. — С. 58. — 423 с
3. Сканави А.Н., Махов Л.М. Характеристика систем отопления // Отопление: Учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению «Строительство» / Под ред. В. М. Рошал, В.Ф.Костин. — М.: АСВ, 2002. — 576 с.

Приложение 2:

### КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ:

Малые группы	Полнота и точность ответа <b>0-5 баллов</b>	Наглядный пример или иллюстрация для ответа <b>0-5 балл</b>	Активность членов группы <b>0-5 балл</b>	<b>Общий балл</b>

**15-13** баллов – «отлично» **12-10** баллов – «хорошо»  
**09-06** баллов – «удовлетворительно»

Понятия о современных системах отопления:

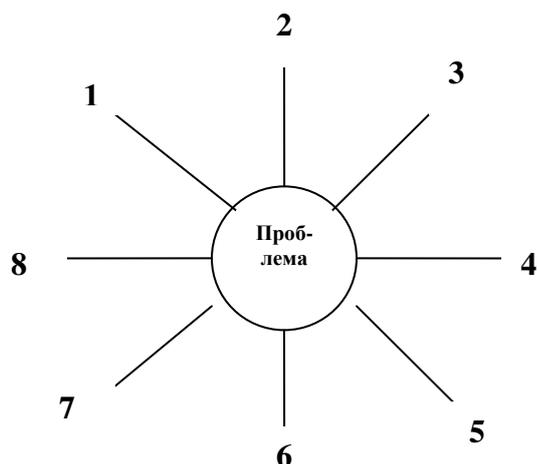
- **геотермальные воздушные тепловые насосы** – используют тепло земли, тепловой насос обеспечивает отопление, горячее водоснабжение, а в летний период и кондиционирование, в максимально комфортном и экономичном режиме. 1 кВт электрической энергии, затраченной на обеспечение работы теплового насоса, обеспечивает 4-5 кВт тепловой энергии.

- **радиаторы стальные, панельные** - моноблок. Боковое и нижнее подключение. 11, 22, 33 типы; высота 300, 500, 600 мм; длина 400 – 2400.

Преимущества: отсутствие межсекционной негерметичности; не требуют специальной подготовки воды; малое водонаполнение; высокие конвективные характеристики; качественная обработка и покраска; идеальный белый цвет; отличная упаковка, позволяющая производить монтаж без её снятия; гарантия лет.

- **котел настенный двухконтурный** - 24 кВт, турбированный (не требует дымохода). Преимущества: идеально подходит для работы при низком давлении газа, без потери мощности, до давления 13 мБр; средний КПД 93%; модулируемая горелка из хромоникелевого сплава; наличие функции «горячий старт»- быстрое и комфортное приготовление горячей воды с постоянной температурой на выходе при изменениях расхода; циркуляционный насос с автоматическим управлением, изменяет свою скорость вращения в соответствии с необходимой нагрузкой, что уменьшает шумность и электропотребление; очень тихая работа котла; стильные ручки управления и большой LCD дисплей с голубой подсветкой; высочайшее качество и максимальный комфорт.

**КОЛЕСО ИДЕЙ**



«Колесо идей» основывается на принципе, где неизменным условием является перечисление определенного количества идей для решения какой-либо из проблем отопительной системы.

**Рекомендации по использованию:**

1. В центре вы записываете проблему или задачу, которую необходимо решить.
2. Восемь – это компромиссный вариант, не такое уж большое число, чтобы отчаиваться, если вдруг у вас не получится сразу же обнаружить столько идей. Бессознательная часть нашего мозга практически не знает пределов в своих творческих возможностях, поэтому (теоретически) вы можете легко выдумать любое заданное количество идей.
3. «Колесо идей» может состоять из различного числа спиц: 4 - 7 или 12 – все зависит от вашей решимости решить возникшую проблему.

**Структурные графики** – изображают два или три основных параметра проблемы отопительной системы, которые в процессе рассмотрения все больше детализируются. В результате появляется «паутина» соподчиненных идей, которые позволяют составить план последовательных действий по устранению проблем систем отопления.

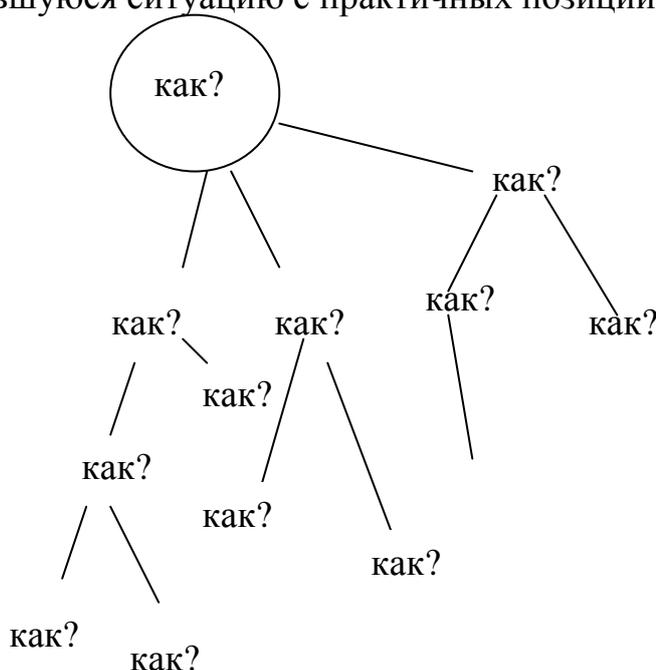
**Компоненты современных систем отопления:**

Настенный двухконтурный котел, предохранительный клапан, циркуляционный насос, вентилятор, главный теплообменник, цифровой LCD дисплей и панель управления котла, расширительный бак, расходомер, газовый блок со стабилизацией давления.

**«КАК?»**

Для экономии времени вместо слова «Как?» можно писать одну букву «К» или просто вопросительный знак, все, что ускорит процесс записывания идей, способствует увеличению эффективности техники в целом и появлению новых идей.

Получить общее представление о проблеме очень полезно: можно одним взглядом окинуть все имеющиеся возможности ее решения, т.к. вы смотрите на сложившуюся ситуацию с практических позиций



**«ЦВЕТОК ЛОТОСА»**

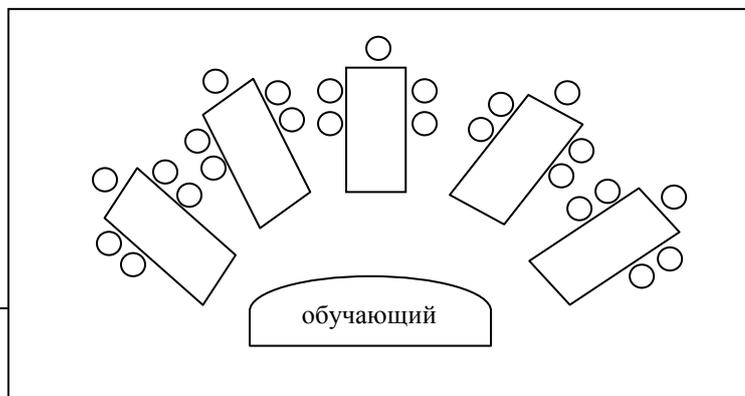
<table border="1" style="width: 100%; height: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td style="color: orange;">B</td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>					B					<table border="1" style="width: 100%; height: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td style="color: green;">C</td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>					C					<table border="1" style="width: 100%; height: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td style="color: blue;">D</td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>					D				
	B																												
	C																												
	D																												
<table border="1" style="width: 100%; height: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td style="color: gray;">G</td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>					G					<table border="1" style="width: 100%; height: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="color: orange;">B</td><td style="color: green;">C</td><td style="color: blue;">D</td></tr> <tr><td style="color: gray;">G</td><td style="color: red;">A</td><td style="color: purple;">F</td></tr> <tr><td style="color: magenta;">J</td><td style="color: cyan;">M</td><td style="color: blue;">L</td></tr> </table>	B	C	D	G	A	F	J	M	L	<table border="1" style="width: 100%; height: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td style="color: purple;">F</td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>					F				
	G																												
B	C	D																											
G	A	F																											
J	M	L																											
	F																												
<table border="1" style="width: 100%; height: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td style="color: magenta;">J</td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>					J					<table border="1" style="width: 100%; height: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td style="color: cyan;">M</td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>					M					<table border="1" style="width: 100%; height: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td style="color: blue;">L</td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>					L				
	J																												
	M																												
	L																												

**«ВЫХОДНАЯ КАРТА»**

<i>Что узнал?</i>	<i>Что понял?</i>	<i>Что было интересно?</i>

После индивидуального оформления в рабочих тетрадях, обсудить внутри малых групп и дать самооценку.

**Оптимальная схема размещения малых групп:**



### Список литературы:

1. Выступление Президента Республики Узбекистан Ислама Каримова на открытии международной конференции «Подготовка образованного и интеллектуально развитого поколения – как важнейшее условие устойчивого развития и модернизации страны». 18.02.2012
2. Доклад: «Зеленые» здания в Узбекистане: технологии, нормативы и стимулы". Центр экономических исследований. 13.02.2012.
3. КМК 2.01.01-94 «Климатические и физико-геологические данные для проектирования» Госкомитет по архитектуре и строительству РУз., Ташкент 1994.
4. КМК 2.01.04-97 «Строительная теплотехника» Госкомитет по архитектуре и строительству РУз., Ташкент 1997.
5. КМК 2.04.05-97 «Отопление, вентиляция, кондиционирование» Госкомитет по архитектуре и строительству РУз., Ташкент 1997.
6. ШНК 2.08.02-09 «Общественные здания и сооружения» Госкомитет по архитектуре и строительству РУз., Ташкент 2009.
7. Староверов И.Г., Шиллер Ю.И., Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства, часть 1, «Отопление». М., Стройиздат, 1990. 344 стр.
8. Русланов Г.В., Отопление и вентиляция жилых и гражданских зданий: Проектирование – Киев: Будівельник, 1983 – 272 стр.
9. Щекин Р.В., Справочник по теплоснабжению и вентиляции (издание 4-е, переработанное и дополненное). Книга 1-я, Киев: Будівельник, 1976, 416 стр.
10. Ананьев В.А. и др. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика. Учебное пособие, М., Евроклимат, Арина, 2003, 416 стр.
11. Волков О.Д. Проектирование вентиляции промышленных зданий, Харьков, Высшая школа, 1989, 249 стр.

12. Павлов Н.Н., Шиллер Ю.И. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства, часть 3, «Вентиляция и кондиционирование воздуха». М., Стройиздат, 1992г. 416 стр.
13. Титов В.П. и др., Курсовое и дипломное проектирование по вентиляции гражданских и промышленных зданий: Учебное пособие для вузов, М.: Стройиздат, 1985, 208 стр.
14. Щекин Р.В., Справочник по теплоснабжению и вентиляции. Книга 2-я, Киев: Будівельник, 1968, 288 стр.
15. Арктика. Каталог. Издание №7. 2008 г., 550 стр.
16. ВЕЗА. Airmate. Каталог. Выпуск 1. Редакция от 09. 2009г.
17. ВЕЗА. Вентиляторы общего и специального назначения. Выпуск 1. Редакция от 1.04.2011 г.
18. Краснов Ю.С., Техника безопасности при монтаже систем промышленной вентиляции. Изд.2, перераб. и доп. 1988. 287 с.
19. Каганов Ш.И. Охрана труда при производстве санитарно - технических работ. - М.: Стройиздат, 1980г.
20. Орлов К.С. Монтаж санитарно - технических, вентиляционных систем и оборудования. - М.: 1999г.
21. Пырков В.В. Современные системы отопления // Особенности современных систем водяного отопления. 2-е изд. — К.: Такі справи, 2003. — 176 с.
22. Свистунов В.М, Пушняков Н.К. Виды систем отопления и режимы их работы. Учебник для вузов / Под ред. М.И.Козицкая. — 2-е изд. — -СПб: Политехника, 2007. — С. 58. — 423 с
23. Сканава А.Н., Махов Л.М. Характеристика систем отопления // Отопление: Учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению «Строительство» / Под ред. В. М. Рошал, В.Ф.Костин. — М.: АСВ, 2002. — 576 с.